نظرية التوازى في الفكر العلمى العربى

دكتــور

عباس محمد حسن سليمان

دار المعرفة الجامعية

٤٠ ش سوتير - الأزاريطة ت: ٤٨٧٠١٦٣

٣٨٧ ش قنال السويس - الشاطبى ت: ٥٩٢٣١٤٦

نظـــريــــة التـــوازى

فى الفكر العلمى العربى

(رؤية إبستمولوجية)

دكتــور

عباس محمد حسن سليمان

٢٠٠٢

دار المعرفة الجامعية

٤٠ ش سوتير - الأزاريطة ت ٤٨٣٠١٦٣

٣٨٧ ش قنال السويس - الشاطبى ت ٥٩٧٣١٤٦

* نظرية التوازى فى الفكر العلمى العربى

* تأليف : الدكتور عباس محمد حسن سليمان

* الطبعة الأولى ٢٠٠١

* رقم الإيداع : ٢٠٠١/١٨٣٢٥

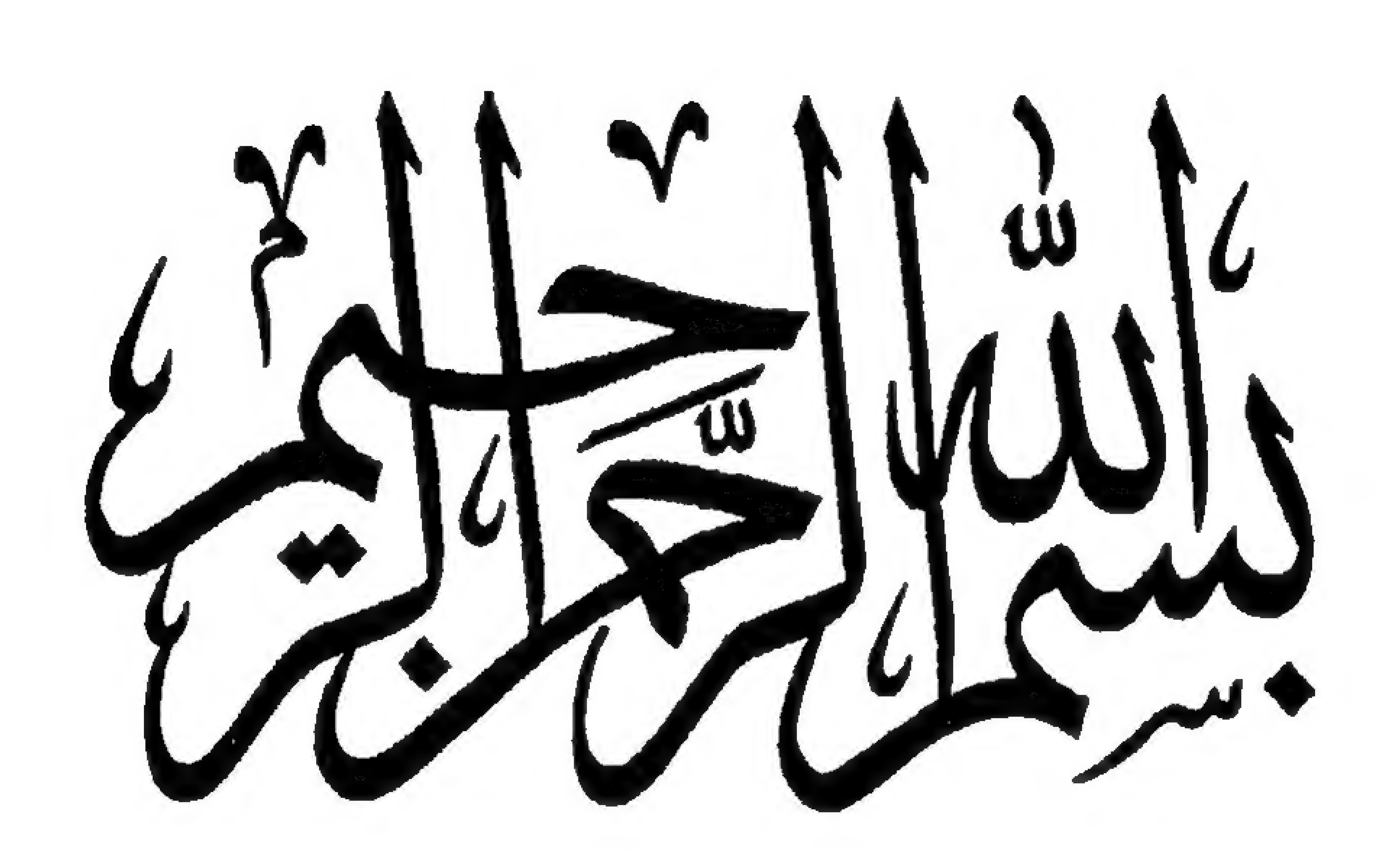
I.S.B.N. 977-273-245-9

* الناشر : دار المعرفة الجامعية

العنوان :

٤٠ش سوتر - الأزاريطة - الإسكندرية- ت : ٤٨٧٠١٦٣

٣٨٧ شارع قنـــاة السويس - الشاطبى- ت : ٥٩٢٣١٤٦


بسم الله الرحمن الرحيم

مقدمة

يُعد التراث العلمى العربى من أهم العوامل الأساسية فى تكوين الذات العربية المعاصرة وتشكيلها، فهو بمثابة البنية التحتية الفاعلة الخلاقة التى نستطيع من خلالها أن ننجز ونصنع ما نصنعه. ولذلك فإن التراث العلمى العربى هو الذى سيحدد موقعنا كعرب فى مجريات العولمة Globalization، ومشاركتنا الفعالة فى ضوء أهدافنا وإمكاناتنا وسبل الاستفادة منها .

وهذا شأن كل الثقافات والحضارات فى المحافظة على هويتها وخصوصيتها فى عصر العولمة. ولذلك فإن كل ما نطمح إليه هو إعادة قراءة التراث العلمى فى ضوء مستجدات البحث العلمى المعاصر وما يفرضه من معارف علمية، بحيث نجعل من هذه القراءة المعاصرة أساسًا لتحليل الواقع واستشرافًا لآفاق المستقبل .

وعليه، فإن إعادة قراءة تراثنا العلمى تجبرنا على البحث عن الأدوات المعرفية المعاصرة التى تبلورت فى أفق العلم العالمى، من أجل القدرة على تجديد الفكر العلمى العربى بصورة تتلاءم مع الواقع المعاصر. ولذلك فإن التحليل الإبستمولوجى المعاصر فى تقديرى هو خير معين لهذه القراءة لتراثنا العلمى .

ومما لاشك فيه أن التحليل الإبستمولوجى للعلم العربى يأخذنا بعيدًا عن السرد التاريخى، لينطلق بنا مباشرة إلى آفاق الإبستمولوجيا التى تشكل ميدانًا مختلفًا من التصورات، التى تجعل الدارس يقرن النقد بالتحليل، وينتقل من مستوى إبستمولوجى معين يعتمد على قراءة النص بصورة انفعالية حنينية، إلى مستوى آخر يعتمد على تفكيك النص من أجل معرفة المشكلات التى واجهت العَالِم فى تفصيلاتها والعلاقات القائمة بينها، وعلاقتها بالسياق السابق عليها، وما انطوت عليه النظريات السابقة، ومدى تطويرها أو تأييدها لبرنامج بحثى جديد[1] .

---

(١) د. ماهر عبد القادر : الطب العربى.. رؤية إبستمولوجية، دار النهضة العربية، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٩٧م، ص : ١١ .

ولذلك فإن التحليل الإبستمولوجى للعلم العربى ينبغى أن يتم من خلال التركيز على دور العقل، أو إبراز فاعليته ونشاطه النقدى فى تراثنا العلمى. فمن خلال النظر العقلى -النقدى والتحليل العلمى لفحوى الخطاب المعرفى للعلم العربى، نستطيع إعادة النظر فيما كنا نعرفه عن العلم والمعرفة العلمية فى الحضارة الإسلامية، وبالتالى نستطيع إعادة توظيف الفكر العلمى العربى إبستمولوجيًا على مستوى التصورات العلمية وأيديولوجيًا على مستوى الواقع المعاش.

ولما كانت الثورة التى شهدتها الأفكار والمعارف العلمية فى الحضارة الإسلامية، إنما قدمت ما قدمته من كشوفات علمية جديدة ومهمة، انطلاقًا من نقد النص وتفكيك الخطاب العلمى اليونانى وغيره. فإن هذه الدراسة تحاول تبيان الرؤية الإسلامية الإبستمولوجية للعلم، لمعرفة الأسس أو المبادىء التى قامت عليها هذه الرؤية، وأيضًا إلى أى حد أسهم العلماء العرب فى إبستمولوجيا العلم المعاصر.

والواقع أن تاريخ الرياضيات الإسلامية يُقدم لنا مثالاً واضحًا لمفهوم "إبستمولوجيا العلم"، حيث قدَّم علماء الرياضيات العرب شروحات وتعليقات كثيرة على المؤلفات الرياضية اليونانية، وبخاصة مؤلفات إقليدس؛ كما كتبوا مختصرات وتفسيرات كثيرة بصورة علمية دقيقة. وبالتالى استطاعوا إزالة ما يثار حول موضوعاتها أو براهينها أو تعريفاتها أو مسلماتها من شكوك. فوقفوا بذلك على حقيقة الأسس أو المبادىء التى يقوم عليها البناء العلمى الرياضى وطبيعتها وقيمتها.

وتُعد الهندسة من أهم فروع الرياضيات التى تدل بصورة دقيقة على التحليل الإبستمولوجى للعلم، لاسيما أن علماء الرياضيات العرب قد حصروا جُل تفكيرهم فى نقد أسس أو مبادىء النسق الهندسى. وقد كانت "مصادرة التوازى الإقليدية" تمثل نقطة البدء فى التحليل الإبستمولوجى للنسق الهندسى، حيث أدرك الرياضيون العرب -من أمثال ابن الهيثم وعمر الخيام ونصيرالدين الطوسى وغيرهم- عدم وضوح هذه المصادرة كغيرها من المصادرات. ولذلك حاولوا البرهنة على هذه المصادرة أو استبدالها بمصادرة أخرى تكون أكثر بيانًا وظهورًا.

ولقد أدت هذه المحاولات خلال القرنين الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين إلى ظهور الهندسات غير الإقليدية فى العالم الغربى. ومن ثم فإن الفكر العلمى الرياضى قد تأثر كثيرًا فى معناه ومبناه بجهود العلماء العرب الذين قاموا بتحليل النسق أو البناء العلمى الرياضى إبستمولوجيًا، وذلك فى فترة زمنية تجاوزت خمسمائة سنة من عمر التاريخ العلمى العالمى .

ولذلك فإن هذه الدراسة تحاول الكشف عن أهمية التحليل الإبستمولوجى للعلم العربى ودوره فى إعادة تأريخ العلم بصورة موضوعية محايدة. وهو ما ينبغى التنبيه إليه من أجل تجديد الفكر العربى العلمى بصورة تتلاءم مع القرن الحادى والعشرين .

وأخيرًا أود الإشارة إلى أن الرؤية الإسلامية الإبستمولوجية التى تتمحور حولها هذه الدراسة تتخذ من المنهج التحليلى النقدى المقارن أساسًا لها، كما تتخذ أيضًا من البعد التاريخى منطلقًا أساسيًا للتواصل والاستمرارية مع النتاج العلمى قديمًا وحديثًا .

والله أسأل أن يجعل هذه الدراسة عملاً مفيدًا فى دراسات تاريخ العلم المعاصرة، التى نسعى للإسهام فى الجهود الرامية إلى كشف النقاب عن دور المسلمين فيها وتأصيله للانطلاق نحو غد جدير بالماضى التليد .

عباس سليمان

الفصل الأول

ملامح الرؤية الإسلامية الإبستمولوجية للعلم

إن تاريخ العلم History of Science هو ذلك التاريخ الذى يُعنى بوصف حركة العلم وتقويمها عبر مراحله التاريخية المتعاقبة، للوقوف على عوامل تقدمه أو تعثره من وجهات نظر متعددة[1] . فهو ذلك التاريخ الذى يساعد على تبين أسس الفكر العلمى، والذى يعتمد المنهج التاريخى النقدى. ويهدف إلى دراسة التيارات الكبرى للفكر العلمى، مع إعطاء كل ظاهرة أو اكتشاف مكانة فى هذه التيارات، والدلالة التى يكتسبها بالنسبة إلى الأبحاث التى تليه[2] .

ولذلك فإن تاريخ العلم الذى يهمنا هنا، هو تاريخ العقل الإنسانى والتفاعل بينه وبين الخبرات التجريبية أو معطيات الحواس، وتاريخ المناهج وأساليب الاستدلال وطرق حل المشكلات التى تتميز بأنها واقعية عملية ونظرية على السواء. إنه تاريخ تنامى البنية المعرفية وحدودها ومسلماتها وآفاقها، تاريخ تطور موقف الإنسان بإمكاناته العقلية من الطبيعة والعالم الذى يحيا فيه، تاريخ تقدم المدنية والأشكال الحضارية والأساليب الفنية التى يصطنعها الإنسان للتعامل مع بيئته[3] .

وفى ضوء ذلك، فإن تاريخ العلم وليس تاريخ العروش والتيجان والحروب والمؤامرات، هو التاريخ الحقيقى للإنسان وصلب قصة الحضارة فى تطورها الصاعد[4] .

وهذا الدور الذى يلعبه تاريخ العلم فى تمكيننا من فهم ظاهرة العلم فهمًا أعمق أو أشمل، قد أدركته بعض الاتجاهات الفلسفية العلمية الكبرى فى القرن

---

(١) د. أحمد فؤاد باشا : دراسات إسلامية فى الفكر العلمى، دار الهداية، الطبعة الأولى، القاهرة، ١٩٩٧م، ص : ١٠٩ .

(٢) د.محمد عابد الجابرى : مدخل إلى فلسفة العلوم، مركز دراسات الوحدة العربية، الطبعة الثالثة، بيروت، ١٩٩٤م، ص : ٤٢ .

(٣) د . يمنى طريف الخولى : فلسفة العلوم فى القرن العشرين، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ٢٠٠٠م، ص : ١٢ .

(٤) المرجع السابق، الصفحة نفسها .

العشرين، كما هو الحال عند كل من كارل بوبر K.Popper (١٩٠٢-١٩٩٤م)، وتوماس كون T.Khun (١٩٢٢-١٩٩٦م)، وإمرى لاكاتوش I.Lakatos (١٩٢٢-١٩٧٤)، وبول فيرابند P.Feyerabend (١٩٢٣-١٩٩٥م). بل إن فلسفة العلم الآن تسير إلى أبعد مما أنجزه هذا الرباعى العظيم فى التأكيد على أهمية تاريخ العلم.فقد تعاظم شأن العلم وتشابكت علاقاته وأصبح أكثر شمولية للموقف الإنسانى أكثر من أى منشط آخر[1] .

ومن هنا تتضح أهمية تاريخ العلم فى صياغة فلسفة العلم ونظريته العامة، حيث يستحيل انفصال العلم عن تاريخه باعتباره عملية ممتدة خلال الزمان. وإذا ما ران على العلم جهل بتاريخه، فإنه لامحالة تخفق فى مهمته[2] ، ويكفى أن نقول : إن تاريخ العلم هو الأرضية التى ينشأ فيها العلم ويترعرع وينضج[3].

ولئن كان مبدأ أرنولد توينبى A.Toynbee (١٨٨٩-١٩٧٥م) فى دراسة التاريخ هو أنه لاتوجد أمة فى العالم يتأتى دراسة تاريخها بمعزل عن تواريخ بقية الأمم، فإنه لايمكن دراسة مرحلة من تاريخ العلم بمعزل عن دراسة المراحل الأخرى[4] .

من أجل ذلك المبدأ لابد -إذن- من تبيان مساهمة العلماء العرب والمسلمين فى تطور العلم العالمى، وذلك على نحو موضوعى محايد. وإلا لظهر خلل فى صرح تاريخ الحضارة الإنسانية، وانقطعت سلسلة تطور تلك العلوم بشكل لايقبله المنطق العلمى السليم[5] .

---

(١) انظر: د. يمنى طريف الخولى : بحوث فى تاريخ العلوم عند العرب، دار الثقافة، القاهرة، ١٩٨٨م، ص ٨-١١ .

(٢) أحمد فؤاد باشا : دراسات إسلامية، ص : ١١ .

(٣) عبد القادر بشته : الإبستمولوجيا، دار الطليعة، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٩٥م .

(٤) يمنى طريف: بحوث فى تاريخ العلوم، ص : ١٥ .

(٥) د. مصطفى موالدى : خصوصية تحقيق التراث العلمى، (بحث ضمن ندوة التراث العلمى: مناهج تحقيقه وإشكالات نشره، فى الفترة ٦، ٧/١٢/١٩٩٩م) معهد المخطوطات العربية، القاهرة، ٢٠٠٠م، ص : ٨١ .

وإذا كان الحياد الموضوعي والمنهجي هو عماد كل عمل نظري في تأريخ العلوم، فبه يعني هنا نقد كل مركزية سواء أكانت أوروبية، تقول بفكرة غربية العلم القديم، وتقيم تعارضًا بين الشرق والغرب بنيّة تهميش الإنتاج العلمي الشرقي أو العربي؛ أم كانت مركزية سلفية تعثر في الماضي على كل الاختراعات والكشوفات العصرية، وتنشد الاستراحة الفكرية في التمجيد والحنينية[1] .

وتزداد الأهمية الموضوعية والمنهجية لدراسة تاريخ العلوم، وذلك من خلال ما حظي به من اهتمام كثير من العلماء وفلاسفة العلم الغربيين، في العقود الأخيرة من القرن العشرين. وتتجلى مظاهر الاهتمام لمعالجة قضايا تاريخ العلم، في إنشاء الأقسام والمؤسسات الأكاديمية المتخصصة في الكثير من جامعات العالم، وإصدار أكثر من مائة مجلة دورية متخصصة في تاريخ العلم ككل، أو في موضوع محدد من موضوعاته، أو في مرحلة زمنية معينة من مراحل تطوره عبر العصور. يضاف إلى ذلك ما يعقد من مؤتمرات دولية في تاريخ العلم بصورة دورية، تقريبًا كل ثلاث أو أربع سنوات منذ عام ١٩٢٩م، وقد بلغت حتى الآن عشرين مؤتمرًا، عقد أحدها في القدس سنة ١٩٥٣م، وكان آخرها في لييج بيلجيكا سنة ١٩٩٧م[2] .

وليس هناك من شك في أن كثيرًا من هذه الأبحاث الغربية للعلم الإنساني، قد أوضحت أهمية دراسة تاريخ العلم العربي. فلايمكن لأي باحث موضوعي محايد أن يتغافل هذه الفترة الهامة من فترات تطور العلم. وقد كان من نتائج هذه الأبحاث أنها أصبحت تجبرنا على إعادة النظر في المسلمات التي كان الجميع يأخذون بها حتى منتصف القرن العشرين تقريبًا، والبعض ما يزال -للأسف الشديد- يأخذ بها حتى الآن . ومن هذه المسلمات[3]:

---

(١) د. سالم يفوت : نحن والعلم (دراسات في تاريخ علم الفلك بالمغرب الإسلامي، دار الطليعة، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٩٥م، ص: ٢٤ .

(٢) د. أحمد فؤاد باشا : التراث العلمي العربي: شيء من الماضي أم زاد للآتي، (بحث ضمن ندوة التراث العلمي العربي)، ص : ٢٢ .

(٣) جورج صليبا : الفكر العلمي العربي، مركز الدراسات المسيحية الإسلامية، جامعة البلمند، بيروت، =

(١) أن العلوم العربية كانت تلعب دور الوسيط بين العلوم اليونانية القديمة، والعلوم التى نشأت وترعرعت أيام عصر النهضة الأوروبية .

(٢) أن الترجمات التى تم معظمها خلال القرن الثالث الهجرى، كانت عملية نقل فقط للعلوم اليونانية والهندية والفارسية إلى العربية، وأن أبناء الحضارة الإسلامية لم يشاركوا فى هذه العلوم بشكل فاعل، إلا خلال فترة وجيزة من الزمن لاحقة لمرحلة الترجمات، والتى تسمى عادة بالعصر الذهبى، ولايتعدى طولها القرنين أو الثلاثة على الأكثر. كذلك من المسلم به أن قيمة هذه الترجمات بالدرجة الأولى كان فى حفظها بعض أجزاء التراث اليونانى الذى كان قد فُقد أصله ، و لم يبق منه إلا ما ترجم إلى العربية .

(٣) أن العلوم العربية شاركت باقى العلوم الفلسفية الأخرى فى التقهقر والانحطاط إثر الحملة التى شنها الغزالى (ت ٥٠٥هـ) على الفلاسفة فى كتابه "تهافت الفلاسفة"، الذى ألَّفه فى أواخر القرن الخامس الهجرى .

ويمكن إجمال نتائج الأبحاث الغربية بصدد أهمية دراسة تاريخ العلم العربى، فيما يلى :

١- إن تاريخ العلم العربى يشكل جزءًا كبيرًا ومهمًا من التاريخ العلمى العالمى، بل إن الإجماع واقع -كما يقول جورج سارطون[1]- على أن تاريخ العلم بدأ على التحقيق فى منطقة الشرق الأوسط. وقد أدى هذا الاجماع ابتداءً من خمسينيات القرن العشرين إلى اهتمام لم يسبق مثيل لدراسة تاريخ العلم العربى.

٢- يبين تاريخ العلم العربى الدور الرائد الذى أسهمت به الحضارة الإسلامية فى مفهوم عالمية المعرفة، وهى إحدى السمات بالغة الأهمية بالنسبة للعلم الحديث[2] ففى العلم العربى تحقق ما كان يوجد كمونًا فى العلم الإغريقى،

= ١٩٩٨م ، ص: ١٥، ١٦ .

(١) جورج سارطون : الثقافة الغربية فى رعاية الشرق الأوسط، ترجمة : د.عمر فروخ، منشورات مكتبة المعارف، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٥٢م، ص: ٢٠ .

(٢) ج .ج كراوثر : قصة العلم، ترجمة وتقديم ودراسة: د.يمنى طريف الخولى، بدوى عبد الفتاح، الهيئة =

فأصبح واقعًا مكتملاً كبؤرة تواصل وتبادل لكل الحضارات. فالعلم العربى عالمى بمصادره ومنابعه، بتطوراته وامتداداتها، وكان ذلك نتيجة طبيعية لحركة ترجمة كثيفة، علمية وفلسفية، مدعومة من السلطة ومدفوعة بالبحث العلمى نفسه، مولّدة مكتبة تتناسب مع حجم عالم تلك الحقبة. وهكذا غدت تقاليد علمية مختلفة الأصول واللغات عناصر من حضارة لغتها العلمية هى العربية، وأضحت تمتلك وسائل تأثير فيما بينها مكنتها من التوصل إلى طرق جديدة، بل أحيانًا إلى ميادين علمية جديدة[1] .

٣- لقد أصبح من الممكن مع العلم العربى، أن نقرأ فى لغة واحدة، ترجمات الإنتاج العلمى القديم والأبحاث الجديدة على السواء. فابتداءً من القرن الثالث الهجرى (التاسع الميلادى) كان للعلم لغة هى العربية؛ حتى إن هذه اللغة بدورها أخذت بعدًا كونيًا؛ فلم تعد لغة لشعب؛ بل لعدة شعوب، ولالغة لثقافة معينة؛ إنما لغة كل المعارف. وهكذا فتحت معابر لم تكن موجودة من قبل، تسهل الاتصال المباشر بين المراكز العلمية المنتشرة ما بين حدود الصين والأندلس، كما تسهل التبادل بين العلماء[2] .

٤- إن الوضع الاجتماعى سواء أكان اقتصاديًا أم سياسيًا أم غيره، لايمكن أن ينفصل عن ماهية العلم نفسه أو عن سبب انتعاش هذا العلم أو تعثره. كما يمكن أن يؤدى إلى بعث علوم جديدة قد تُستخدم -فيما بعد- فى تغيير الوضع الاجتماعى الذى نشأت فيه هذه العلوم ذاتها[3] .

فى ضوء هذه النتائج يمكن النظر إلى العلم العربى على أنه نسق منظم من المعرفة العلمية يصبح بمقتضاها فاعلية إنسانية، وهو ما يجعله بمثابة المرجعية الرئيسة للتعرف على طبيعة التكوين الحضارى للعقلية العربية الإسلامية عبر القرون

= المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٩م، ص: ٥٧ .

(١) د. رشدى راشد : موسوعة تاريخ العلوم العربية، مركز دراسات الوحدة العربية، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٩٧م ، مقدمة الجزء الأول، ص: ١٥، ١٦ .

(٢) المرجع السابق ، ص : ١٦ .

(٣) جورج صليبا : الفكر العلمى العربى، ص: ١٩٣ ، ١٩٤ .

المختلفة. ولذلك فهو يسهم فى معرفة أهم الجوانب المشرقة للحضارة الإسلامية، وهو جانب الثقافة العلمية .

ولما كان التراث لاتتحدد قيمته ولاتعلو مكانته إلا إذا كان موضعًا للنظر العقلى والتحليل العلمى[1]، ولما كان أيضًا التركيز على دور العقل هذا أو إبراز فاعليته ونشاطه فى العلم، أصبح هو الخاصية المميزة للتفكير العلمى المعاصر[2]. فإن هذا الأمر لن يتأتى إلا باستخدام التحليل الإبستمولوجى المعاصر .

ولكن إذا تعاملنا -من خلال هذه الرؤية- مع مصطلح الإبستمولوجيا Epistemology بما يعنيه فى اللغات الأجنبية، فإن الفرنسيين ومن حذا حذوهم يستخدمونه على أنه يعنى "علم العلوم" أو "الدراسة النقدية للعلوم"[3] وبهذا المعنى يبدو أن الإبستمولوجيا ما هى إلا ترجمة لفلسفة العلوم Philosophy of Sciences؛ ولكن بمعنى أكثر دقة؛ إنها تعنى الدراسة النقدية للمبادىء والفروض والنتائج العلمية ، وذلك بهدف ضبط الأصل المنطقى والقيمة الموضوعية لتلك العلوم[4] .

فبعد أن ثُبت لدى الكثيرين أهمية التناول الإبستمولوجى للعلم العربى، وبعد أن حُددت الإبستمولوجيا بأنها "الدراسة النقدية للعلوم"، تداولت المعاجم والدراسات هذه الصيغة للإبستمولوجيا وكررتها مؤلفات مؤرخى العلم سواء فى

---

(١) د. إبراهيم بدران : حول مفاهيم العلم فى العقلية العربية، (مقال ضمن كتاب الفلسفة العربية المعاصرة)، مركز دراسات الوحدة العربية، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٨٨م، ص : ٢٣٧ .

(٢) د. سالم يفوت : العقلانية المعاصرة بين النقد والحقيقة، دار الطليعة، الطبعة الثانية، بيروت، ١٩٨٩م، ص: ٨٩ .

(٣) د. محمد عابد الجابرى : مدخل إلى فلسفة العلوم ، ص : ١٨ .

(٤) انظر : أندريه لالاند : الموسوعة الفلسفية، ترجمة: خليل أحمد خليل، منشورات عويدات، الطبعة الأولى، بيروت-باريس، ١٩٩٦م، جـ١ ، ٣٥٦، ٣٥٧. د.جميل صليبا : المعجم الفلسفى، دار الكتاب اللبنانى -دار الكتاب المصرى، بيروت-القاهرة، بدون تاريخ، جـ١، ص: ٣٣. د.مراد وهبه: المعجم الفلسفى، دار الثقافة الجديدة، الطبعة الثانية، القاهرة، ١٩٧٩م، ص ٢. د.عبد القادر بشته: الإبستمولوجيا، ص: ٣٠، ٣١ .

العالم العربى أم فى العالم الغربى، وأضحت طوق النجاة لتبيان مكانة العلم العربى ودوره فى تطوير العلم العالمى .

ومهما يكن الأمر، فإن تتبع التطور والنمو الفعليين للعلم أمر لايمكن أن يتم دونما إعادة صياغة ذلك التطور والنمو بقصد إبراز الإنشاء العسير المتعثر للمعرفة مع اعتبار الأخطاء والتعثرات والفواجع جزءًا من النمو الفعلى للعلم، وبهذا يقلع التأريخ للعلم عن أن يكون مجرد حكايات وأحداث[1]، ليتحول إلى تحليل تاريخى نقدى للعلم .

فبدون النقد الداخلى للعلم المؤسس على المعرفة التاريخية، يمكن أن يغدو نمو العلم نموًا أخرق محفوفًا بالخطر. ولن يوجد فهم واقعى للعلم، أو بالأحرى لن يوجد علم، دون نقد متواصل له، وهو بطبيعته نقد تاريخى[2]. فالعلم -إذن- لايتقدم دائمًا من حقيقة إلى أخرى أكثر شمولاً منها، ولكنه يتقدم فى حالات كثيرة ضد أخطائه السابقة. إن ما يميز تاريخ العلم هو هذه الإحالة المستمرة من الخطأ إلى الحقيقة[3]، طالما أن النظريات العلمية كلها مجرد حدوس افتراضية، تتفاوت فى درجة اقترابها من الصدق[4]. فالحقيقة العلمية -إذن- هى خطأ مصحح[5] .

فى ضوء ما سبق، فإن الرؤية الإبستمولوجية للعلم العربى تكتسب أهميتها من خلال تحليل فحوى الخطاب المعرفى لتراثنا العلمى، وهو الخطاب المتمثل فى كيفية التفكير العقلى والتحولات المعرفية فى البنية العلمية، وفى المبادىء الأساسية

---

(١) د.سالم يفوت : فلسفة العلوم بالمغرب، (مقال ضمن مجلة الجمعية الفلسفية المصرية- العدد التاسع، منشأة المعارف، الإسكندرية، ٢٠٠٠م، ص: ١٩٠ .

(٢) د.صلاح قنصوة : فلسفة العلم، دار التنوير، الطبعة الثانية، بيروت، ١٩٨٣م، ص : ٩١ .

(٣) د.محمد وقيدى : ما هى الإبستمولوجيا؟، دار الحداثة، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٨٣م، ص: ١٩٤ .

(٤) د.يمنى طريف الخولى : فلسفة كارل بوبر، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٨٩م، ص: ١٧٣.

(٥) وقيدى : ما هى الإبستمولوجيا؟ ، ص: ١٩٤ .

التى تطورت عنها -ومن خلالها- الجهود العلمية القديمة[1]. ولعل ذلك ما تؤكده لنا فاعلية العقل ونشاطه النقدى فى تطور العلم .

العقل وفاعليته النقدية فى تطور العلم العربى :

لقد لعبت العقلانية الإسلامية دورًا فعالاً فى ازدهار الحضارة الإسلامية وتقدمها، وفى توفير البذرة التى ساهمت فى الثقافة الإسلامية لكل العرب. فقد كان للثقافة الإسلامية أعظم الأثر فى تشكيل العقلية الإسلامية القادرة على التفوق والإبداع فى مختلف مجالات النشاط الإنسانى ؛ ولعل ذلك ما تؤكده لنا النهضة العلمية والفلسفية فى الحضارة الإسلامية .

ولما كانت بذرة أو جينة العقلانية هى أساس العلم وعلة نشأته، فإن الحضارة الإسلامية تُعد من الحضارات التى شيدت العلم، باعتباره مشروعًا معرفيًا يصحح نفسه تلقائيًا، قادرًا على البقاء ذاتيًا. وأساس ذلك الإيمان بقدرة العقل على فهم ظواهر الكون وكشف أسبابها وتفسيرها[2]

ولذلك كان علينا تبيان مفهوم العقلانية فى الحضارة الإسلامية، وكيف شقت طريقًا جديدًا ومتميزًا، ارتفعت من خلاله الثقافة الإسلامية إلى مستوى أكثر تقدمًا، وارتدت فى بعض الأوجه حلة فلسفية وعلمية إلى حد كبير. وأيضًا كيف دفعت العقلانية الإسلامية الإنسان العربى المسلم إلى التساؤل والنقد .

(١) مفهوم العقل والعقلانية فى الحضارة الإسلامية :

إذا تعاملنا مع مصطلح العقلانية Rationalism بما يعنيه فى اللغات الأجنبية، فإن التداعى الأوضح والأسرع الذى تحمله كلمة العقلانية هو ارتباطها بالصفة القريبة "العقلية " Rational . والجذر الاشتقاقى الذى تُشتق منه كلتا الكلمتين هو ΛΕΓΩ,ΛοΓοΣ فى اليونانية ومعناه : جمع ،وصل ؛ و Ratio, Reor فى

---

(١) د.يوسف زيدان : التراث العلمى العربى (رؤية مستقبلية استشرافية- بحث ضمن ندوة التراث العلمى العربى) ، ص : ١٦٨

(٢) شوقى جلال : على طريق توماس كون (كراسات مستقبلية)، المكتبة الأكاديمية، الطبعة الأولى، القاهرة، ١٩٩٧م، ص ١٣

اللاتينية ومعناه : حسب ، عدّ . وتدل كلمة ΛοΓοΣ فـى اليونانية فـى آنٍ علـى الكلمة والعقل والعلاقة الرياضية الصحيحة بين بُعدين ، وهكذا الحال فى اللاّتينيـة بالنسبة للمعنى الأول والأخير . ولذلـك يُفهـم مـن كلمـة العقلانـى Rationality عمومًا الشخص الذى يؤكد قدرات الإنسان العقلية تأكيدًا خاصًـا ، ولديـه إيمـان غير عادى بقيمة العقل Reason والمحاجّة العقلية وأهميتها[1] .

فالإيمان بقيمة العقل وأهميته هو الشرط المسبق للنظر فـى الأمـور ودراستها وتحليلهـا والتوصـل إلى معرفـة حقيقتهـا[2] ؛ وهـو القـــدرة علـى فهـم الخطـاب Discourse بتحليـل مفرداتـه وتحديـد دلالاتـه[3] . العقلانيـة الغربيـة -إذن- هـى الفلسـفة أو النظريـة التـى تحيـل أوجـه النشـاط الإبداعـــى الإنســـانى - المعرفيـة، والاجتماعيـة ، والأخلاقيـة، والاقتصاديـة ، وغيرهـا - إلى مرجعيـة واحـدة دون غيرها[4] ، هى العقل والعقل وحده .

وبهذا المعنى يبدو أن هذه العقلانية ماهى إلا ترجمة لشعار أبى العلاء المعرّى، القائل منذ زمن العباسيين : لا إمام ولانبى سوى العقل[5] .

---

(١) انظر : جون كوتنغهام : العقلانية ، ترجمة : محمود منقـذ الهاشمى ، مركـز الإنمـاء الحضـارى ، الطبعـة الأولى ، سوريا ، ١٩٩٧م ، ص : ١٣ . جيل كاستون غرانجه : العقل ، ترجمة : هنرى زغيب، المنشورات العربيـة ، الطبعـة الثانيـة ، بيروت ، ١٩٨٩م ، ص : ١٠ . أندريـه لالانـد : العقـل والمعايير ، ترجمة : د. نظمى لوقا ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٩م ، ص : ٥، ٦. أندرية لالاند : الموسوعة الفلسفية، جـ٣ ، ص : ١١٥٩- ١١٧١ .

(٢) سعدون حمادى : العقل والنهضة (مقال ضمن كتاب قضايا التنوير والنهضة فى الفكر العربى المعاصر)، مركز دراسات الوحدة العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٩٩م ، ص : ٢٣٦ .

(٣) لؤى صافى : العقل والتجديد (مقال ضمن كتاب قضايا التنوير والنهضة فـى الفكـر العربـى المعـاصر)، ص : ٤٢ .

(٤) د. حامد خليل : الحوار والصدام فـى الثقافـة العربيـة المعـاصرة ، دار المـدى ، الطبعـة الأولى، سـوريا، ٢٠٠١ ، ص : ١٣٩ .

(٥) على حرب : الماهية والعلاقـة ، المركـز الثقـافى العربـى ، الطبعـة الأولى ، الـدار البيضـاء - بيروت ، ١٩٩٨م ، ص : ٢١٤ . وانظر : قدرى حافظ طوقان : مقام العقل عند العرب ، =

أما العقل فى اللغة العربية ، فيعنى : "الحِجْر والنُّهى ضِدُّ الحمْق ، وقد سُمِّى العَقْلُ عَقْلاً لأنه يَعْقِل صاحبَه عن التورُّطِ فى المهالِك أى يَحْبِسه . وقيل : العَقْلُ هو التمييز الذى به يتميز الإنسان من سائر الحيوان[1] . والعَقْلُ يقال للقوة المتهيئة لقبول العلم ، ويقال للعلم الذى يستفيده الإنسان بتلك القوة عقل[2] .

ونلاحظ هنا أن التعريف اللغوى للعقل يشير إلى أمرين ، هما : قمع الأهواء والانفعالات وإغراء الحاجيات المادية من جهة ؛ والابتعاد عن طرق عموم الجمهور غير العقلية لتفسير مُجريات الأشياء والظواهر والحوادث من جهة أخرى[3]. كما نلاحظ أن اللغة العربية تستخدم نفس الدالّ "عَقْل" كاسم لفظى لفعل "عَقَلَ" ، وذلك لكى تدل على الجهد المبذول لتوضيح العقول أو الأسباب التى تُفَهِّم وتبرر من جهة . وتستخدم الكلمة نفسها كمصدر يشير إلى المعقول ، أى إلى ما قد أصبح مفهومًا يمتلك علّته من جهة أخرى[4] .

ولما كانت معجزة الإسلام ورسوله ﷺ معجزة عقلية وعقلانية ، فقد بدأ تقدير العقل منذ الوهلة الأولى ؛ قال تعالى: ﴿ مَا ضَلَّ صَاحِبُكُمْ وَمَا غَوَى﴾ (سورة النجم ، الآية ٢) ؛ أى ما ضل محمد ﷺ بعقله عن طريق الهدى ، فإن الإسلام حينما خاطب الآخرين دعاهم إلى تقدير صاحب الدعوة لأن عقله لم ينحرف عن طريق الحق . ثم بدأ الانطلاق إلى المسلمين جميعًا ، فقال تعالى: ﴿أَفَلاَ يَتَدَبَّرُونَ الْقُرْآنَ أَمْ عَلَى قُلُوبٍ أَقْفَالُهَا﴾ (سورة محمد ، الآية ٢٤) . وكيف يكون

- دار المعارف ، مصر ، ١٩٦٠م ، ص : ١٤٥ - ١٥٢ .

(١) ابن منظور (أبو الفضل جمال الدين) : لسان العرب ، دار صادر ، بيروت ، بدون تاريخ، جـ١١ (مادة عقل) ، ص : ٤٥٨ ، ٤٥٩ .

(٢) الراغب الأصفهانى : مفردات ألفاظ القرآن ، تحقيق : صفوان عدنان داوودى ، دار القلم -الدار الشامية ، الطبعة الثانية ، دمشق - بيروت ، ١٩٩٧م ، ص : ٥٧٧.

(٣) محمد المصباحى : تحولات فى تاريخ الوجود والعقل ، دار الغرب الإسلامى ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٩٥م ، ص : ٣٥ .

(٤) محمد أركون : تاريخية الفكر العربى الإسلامى ، ترجمة : هاشم صالح ، مركز الانماء القومى -المركز الثقافى العربى ، الطبعة الثانية ، بيروت - الدار البيضاء، ١٩٩٦م ، ص : ٧٨ .

التدبر إلا بالعقل الذى يعد وعاء كل معرفة ، وما الذى يميز بين أنواع الإشارات أو الأفعال التى تنقلها الحواس . بل ربط الله عز وجل بين قوة العقل وإحساس القلب كما فى الآية السابقة .

الدعوة للعقل -إذن- هى شيء أساسى فى الدين الإسلامى ، فالقرآن الكريم يخاطب العقل ويبنى الإيمان على نظر العقل وأدلته ، وفيه نجد العقائد كلها موضوع بحث وسؤال وبيان بالبرهان الواضح أمام العقل السليم(١) .

قال تعالى :

- ﴿فَاتَّقُوا اللَّهَ يَاأُولِي الأَلْبَابِ لَعَلَّكُمْ تُفْلِحُونَ﴾ (سورة المائدة ، الآية ١٠٠) .

- ﴿ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَذِكْرَى لأُولِي الأَلْبَابِ ﴾ (سورة الروم ، الآية ٢١) .

- ﴿ كَذَلِكَ نُفَصِّلُ الآيَاتِ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴾ (سورة الروم ، الآية ٢٨) .

- ﴿ فَاسْأَلُوا أَهْلَ الذِّكْرِ إِنْ كُنْتُمْ لا تَعْلَمُونَ ﴾ (سورة النحل ، الآية ٤٣) .

ويرشد الخطاب الإسلامى الناس إلى التفكير فى الكون وخبايا الأرض ، وأسرار الحياة وقوانينها ، والتطلع إلى خبايا الوجود(٢) .

فقال تعالى :

- ﴿ وَهُوَ الَّذِي مَدَّ الأَرْضَ وَجَعَلَ فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْهَارًا وَمِنْ كُلِّ الثَّمَرَاتِ جَعَلَ فِيهَا زَوْجَيْنِ اثْنَيْنِ يُغْشِي اللَّيْلَ النَّهَارَ إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ * وَفِي الأَرْضِ قِطَعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِنْ أَعْنَابٍ وَزَرْعٌ وَنَخِيلٌ صِنْوَانٌ وَغَيْرُ صِنْوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَاحِدٍ وَنُفَضِّلُ بَعْضَهَا عَلَى بَعْضٍ فِي الأُكُلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴾ (سورة الرعد ، الآية ٣، ٤) .

---

(١) د. محمد عبد الهادى أبو ريدة: العقل عند الغزالى (مقال ضمن مجلة العربى، العدد ٢٤٩)، الكويت ، ١٩٧٩م ، ص : ٣٤ .

(٢) انظر : قدرى حافظ طوقان : مقام العقل عند العرب ، ص : ٢٣- ٢٦ ، الحارث بن أسد المحاسبى : العقل وفهم القرآن ، تحقيق وتقديم : د. حسين القوتلى ، دار الكندى - دار الفكر ، الطبعة الثالثة ، بيروت ، ١٩٨٣م، ص : ١١٦ -١٢٠ .

- ﴿ أَفَلاَ يَنظُرُونَ إِلَى الإِبِلِ كَيْفَ خُلِقَتْ * وَإِلَى السَّمَاءِ كَيْفَ رُفِعَتْ * وَإِلَى الْجِبَالِ كَيْفَ نُصِبَتْ * وَإِلَى الأَرْضِ كَيْفَ سُطِحَتْ ﴾ (سورة الغاشية ، الآيات ١٧، ١٨، ١٩، ٢٠) .

- ﴿ سَنُرِيهِمْ آيَاتِنَا فِي الآفَاقِ وَفِي أَنفُسِهِمْ حَتَّى يَتَبَيَّنَ لَهُمْ أَنَّهُ الْحَقُّ﴾ (سورة فصلت ، الآية ٥٣) .

- ﴿إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضِ وَاخْتِلاَفِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ وَالْفُلْكِ الَّتِي تَجْرِي فِي الْبَحْرِ بِمَا يَنفَعُ النَّاسَ وَمَا أَنزَلَ اللَّهُ مِنَ السَّمَاءِ مِن مَّاءٍ فَأَحْيَا بِهِ الأَرْضَ بَعْدَ مَوْتِهَا وَبَثَّ فِيهَا مِن كُلِّ دَابَّةٍ وَتَصْرِيفِ الرِّيَاحِ وَالسَّحَابِ الْمُسَخَّرِ بَيْنَ السَّمَاءِ وَالأَرْضِ لآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴾ (سورة البقرة ، الآية ١٦٤)

- ﴿ أَلَمْ نَجْعَلِ الأَرْضَ مِهَاداً * وَالْجِبَالَ أَوْتَاداً * وَخَلَقْنَاكُمْ أَزْوَاجاً * وَجَعَلْنَا نَوْمَكُمْ سُبَاتاً * وَجَعَلْنَا اللَّيْلَ لِبَاسًا * وَجَعَلْنَا النَّهَارَ مَعَاشًا * وَبَنَيْنَا فَوْقَكُمْ سَبْعاً شِدَادًا * وَجَعَلْنَا سِرَاجًا وَهَّاجًا * وَأَنزَلْنَا مِنَ الْمُعْصِرَاتِ مَاءً ثَجَّاجاً * لِنُخْرِجَ بِهِ حَبًّا وَنَبَاتًا * وَجَنَّاتٍ أَلْفَافًا ﴾ (سورة النبأ ، الآيات من ٦ إلى ١٦) .

- ﴿ أَوَلَمْ يَرَى الَّذِينَ كَفَرُوا أَنَّ السَّمَاوَاتِ وَالأَرْضَ كَانَتَا رَتْقًا فَفَتَقْنَاهُمَا وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ أَفَلا يُؤْمِنُونَ ﴾ (سورة الأنبياء ، الآية ٣٠) .

وبهذا ينطلق العقل البشرى باحثًا منقبًا متطلعًا ، مما يؤدى إلى الوصول إلى دقائق الحقائق فى الوقوف على نظام هذا الكون وموجوداته على تعددها وتباينها وتعقدها[1] . فالقرآن الكريم -إذن- يلفت أصحاب العقول الراجحة ، وذوى القلوب المؤمنة ، إلى المنهج الصحيح فى النظر إلى آيات ا لله الداعية إلى تحقيق الإبداع العلمى فى مجالات المعرفة وتطبيقاتها[2] .

وانطلاقًا مما سبق ، فإن جذر كلمة عَقَلَ الذى يعنى الشد أو الربط أو الإمساك ، يعنى أيضًا -ومن خلال الآيات القرآنية العديدة التى تدعو للتأمل-

---

(١) طوقان : مقام العقل ، ص : ٢٦ .

(٢) د. أحمد فؤاد باشا : الإسلام والعولمة ، دار الجمهورية للصحافة ، القاهرة ، ٢٠٠٠م، ص: ٣١.

إقامة علاقة مع ماهو موجود . وهو بذلك يوحى بأن للفكر البشرى تأثيرًا على الواقع[1] . وبالتالى فالعقل الإسلامى يعنى تقريبًا نفس مدلول العقل حاليًا[2] . هذا من ناحية .

ومن ناحية أخرى ، فإن الدين الإسلامى نموذج غير مسبوق للدين المؤسس على العقل، الدين الذى يعلى سلطان العقل Power of Reason ويزهو ، لابنصوصه الشريفة ومأثوراته المقدسة فقط ، وإنما بالعقلانية التى أصبحت للمرة الأولى درعًا للدين وقسمة تمتزج بعقائده وأصوله[3] .

ولهذا فقد لعب العقل الإسلامى دورًا محركًا فى الثقافة الإسلامية ، وحافظ أيضًا على حق الإنسان فى التساؤل والنقد.

(٢) النقد والعقلانية النقدية فى الحضارة الإسلامية :

النقد Critique فى الأصل اللغوى الأجنبى (حَكَم من الكلمة اليونانية Chrienien) قسم المنطق الذى يتناول الحُكم . وهو فحص مبدأ أو ظاهرة للحكم عليه أو عليها حكمًا تقويميًا ، تقديريًا . وبهذا المعنى يُطلق العقل النقدى على الفكر الذى لايأخذ بأى إقرار دون التساؤل أولاً عن قيمة هذا الإقرار ، سواء من حيث مضمونه (نقد داخلى) أو من حيث أصله (نقد خارجى) . ولذلك فالنَّقْديَّة أو الانتقادية Criticism تقال على كل عقيدة ، ترى أن العقل يشكل المعرفة ويكونها بمقتضى أشكال أو مقولات خاصة به ، وتاليًا تكون فى آنٍ ناجعة وقويمة فى حدود الاختبار ، وبلاقيمة خارجه[4] .

ويمكن التمييز بين نقد الشيء ، والنقد على الشيء . فالنقد المباشر لأى

---

(١) محمد أركون : الفكر الإسلامى .. قراءة علمية ، ترجمة : هاشم صالح ، مركز الانماء القومى – المركز الثقافى العربى ، الطبعة الثانية ، بيروت – الدار البيضاء، ١٩٩٦م ، ص : ٢١٤ .

(٢) المرجع السابق ، ص : ٢٣٥ .

(٣) جورج طرابيشى : مذبحة التراث فى الثقافة العربية المعاصرة ، دار الساقى ، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٩٣ م ، ص : ٣٠ ، ٣١ .

(٤) أندريه لالاند : الموسوعة الفلسفية ، جـ١ ، ص : ٢٣٧ ، ٢٣٨ .

شيء يترتب عليه أن يستخرج الناقد من معاناته أو معايشته معنى نقده ؛ وتبدو فيه الذاتية مرآةً للذات المنتقدة ، المحالة إلى موضوع أو قابل . بينما النقد العقلى ، يعتمد المعرفة والعلم والثقافة مرتكزًا لرأى يواجه نصًا بنصٍ ، عقيدةً بعقيدةٍ، كتابًا بكتابٍ ، مفهوماً بمفهومٍ ، مصادرةً بمصادرةٍ وغيرها . أما النقد على الشيء ، فهو مشاركة للمنتقد فى عمله وكتابته وتأليفه ؛ فالنقد على الكاتب هو كتابة معه[1]

أما فى اللغة العربية ، فالنقد أو الانتقاد من باب الافتعال ، ويقال : نقدت الدراهم وانتقدتها أى أخرجت منها الزيف ، والنقدان يستعمل فى عرف الفقهاء بمعنى الذهب والفضة . والانتقاد عند المحدّثين التعليل ، والمنتقد هو الحديث الذى فيه علّة ؛ والمراد بالعلة هى العلة بالمعنى اللغوى ، فيشتمل الشاذ والمعلل ، فمن المنتقد ما يختلف فيه الرواية بالزيادة والنقص من رجال الإسناد[2] .

والواقع أن اللغة العربية ببنيتها وخصائصها المتميزة كانت من أهم العوامل المشجعة لنقد المسلمين لعلوم السابقين – كما سوف نشير – فاللغة العربية هى لغة التفكير التحليلى . وقد أدى هذا النقد –فيما بعد– إلى تأسيس كثير من المفاهيم والتصورات الخاصة باللغة الفلسفية والعلمية الدقيقة[3] . وهو ما ساعد إلى حدٍ كبير فى تأجيج الاهتمام بعلم المصطلح Terminology الفلسفى والعلمى فى الحضارة الإسلامية .

وإذا كان القرآن الكريم يثق فى العقل ويأمره بأن يعمل –كما سبق أن

---

(١) خليل أحمد خليل : النقد وعقل النقد ؛ (مقال ضمن مجلة الفكر العربى ، العدد ٧٣) ، معهد الانماء العربى ، بيروت ، ١٩٩٣م ، ص : ٦ ، ٧ .

(٢) التهانونى (العلامة محمد على) : كشاف اصطلاحات الفنون والعلوم ، تقديم وإشراف ومراجعة : د. رفيق العجم ، تحقيق : د. على دحروج ، نقل النص الفارسى إلى العربية : د. عبد الله الخالدى ، الترجمة الأجنبية : د. جورج زيناتى ، مكتبة لبنان ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٩٦م. جـ١ ، ص: ٢٧٤ ، ٢٧٥ .

(٣) ج. ج . كراوثر : قصة العلم ، ص: ٥٩.

ذكرنا – فإنه ينبه إلى ما للتقليد Imitation وتصديق ما يسمعه الإنسان من المأثورات عن خطر كبير فى إفساد تفكيره وحكمه على الأشياء . ولهذا نعى القرآن بشدة على الذين يجمدون على ما كان عليه الآباء والأسلاف من تفكير ورأى ، فيمنعون بذلك عقولهم من التفكير الحق والبحث غير المقيد للوصول إلى الحقيقة[1] . وذلك مثل قوله تعالى :

- ﴿ وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ اتَّبِعُوا مَا أَنزَلَ اللَّهُ قَالُوا بَلْ نَتَّبِعُ مَا أَلْفَيْنَا عَلَيْهِ آبَاءَنَا أَوَلَوْ كَانَ آبَاؤُهُمْ لاَ يَعْقِلُونَ شَيْئًا وَلاَ يَهْتَدُونَ ﴾ (سورة البقرة ، الآية ١٧٠)

- ﴿ وَإِذَا قِيلَ لَهُمْ تَعَالَوْا إِلَى مَا أَنزَلَ اللَّهُ وَإِلَى الرَّسُولِ قَالُوا حَسْبُنَا مَا وَجَدْنَا عَلَيْهِ آبَاءَنَا أَوَلَوْ كَانَ آبَاؤُهُمْ لاَ يَعْلَمُونَ شَيْئًا وَلاَ يَهْتَدُونَ ﴾ (سورة المائدة، الآية ١٠٤) .

وهذا اللوم الشديد على التقليد والجمود على ما كان عليه الأسلاف ، له قيمته الكبيرة فيما يتصل بالمعرفة الحقة القائمة على أساس صحيح[2] . وله قيمته أيضًا فى الإعلاء من شأن ملكة النقد البناء التى توجه العقل البشرى إلى ضالته، وتساعده على الوصول إلى الحكم الصائب . وهذا الإحساس النقدى من أهم الضرورات المعرفية التى يتخذ المرء على أساسها الموقف العقلى الصحيح ، فيطرح جانبًا ميوله الشخصية ، ويفحص كل الحجج والبراهين التىتوجه القرار فى اتجاه معين . وهذا المنهج النقدى من شأنه أن يساعد العقل على رفض العوامل التى تنكر إمكان المعرفة وتهوّن من قدرة الإنسان على تحصيلها ، كما تساعده على تلافى الأخطاء التى وقع فيها السابقون ، وتزوده بأنجح السبل والمفاهيم والنتائج التى توصل إليها العقل الإنسانى[3] . فالنقد -إذن- هو دماء الحياة لكل تفكير عقلانى[4] .

---

(١) د. محمد يوسف موسى : القرآن والفلسفة ، دار المعارف ، الطبعة الثالثة ، مصر ، ١٩٧١م، ص: ٥٣.

(٢) المرجع السابق ، ص : ٥٣ ، ٥٤ .

(٣) د. أحمد فؤاد باشا : الإسلام والعولمة ، ص : ٣١ ، ٣٢ .

(٤) يمنى طريف : فلسفة كارل بوبر ، ص : ٥٢٧ .

وقد لعب هذا المفهوم للعقل الإسلامى النقدى فى القرآن الكريم دورًا أساسيًا فى تغيير مفاهيم الثقافة الإسلامية وازدهار حضارتها ، فقد انطلق المسلمون – ابتداءً من القرن الثالث للهجرة – إلى آفاق الفلسفة والعلوم نتيجة للتحولات التى أحدثها العباسيون فى مختلف المجالات من سياسية واجتماعية واقتصادية وثقافية[1] . وقد صاحب هذا الانطلاق ظهور حركة نقدية نجدها عند المتكلمين والأدباء والفلاسفة على اختلاف تخصصاتهم ، وما تفرضه هذه الحركة من مناهج وشروط لإدراك حقائق الأمور، أى إدراك وجود الأشياء فى ذاتها[2].

فإذا رجعنا إلى بدايات العلم فى فترة مبكرة من فترات نموه فى العالم الإسلامى ، لوجدنا اتجاهًا نقديًا بارزًا عند أكثر علمائه – أمثال سند بن على (ظهر حوالى ٢٣٦هـ = ٨٥٠م) ، والخوارزمى (ت ٢٣٢هـ = ٨٤٦م) ، ويحيى بن منصور ، وأبناء بن موسى بن شاكر (محمد وأحمد وحسن – عصر المأمون)– فى فترة مبكرة من فقرات نمو العلم العربى الإسلامى ، حيث بدأوا بإعاد النظر فى المعطيات العلمية اليونانية. فمن علم الفلك إلى الرياضيات وحتى إلى الطب نرى المنهجية الجديدة التى بقيت تعيد النظر فى أسس العلم اليونانى تتبلور وتنمو إلى أن بدأت تأخذ نمطًا جديدًا فى التأليف خلال القرنين الرابع والخامس الهجريين[3] . وهو ما يمكن أن نطلق عليه حركة الشك[4] أو كتب الشكوك ، فكثير من علماء

---

(١) هذا بالإضافة إلى أسباب أخرى كثيرة ساعدت على ذلك ، من أهمها على الاطلاق الحوار الحضارى بين المسلمين العرب والجنسيات الأخرى .

(٢) د. محمد عاطف العراقى : الفلسفة الإسلامية والطريق إلى المستقبل ، دار الرشاد ، الطبعة الأولى، القاهرة ، ١٩٩٨م ، ص : ١٤ .

(٣) جورج صليبا : الفكر العلمى العربى ، ص : ٩٢ .

(٤) الشك فى اللغة من نَقدْتُ الشيءَ بإصبعى أنقده واحدًا واحدًا نقْدَ الدراهم ؛ (ابن منظور: لسان العرب، جـ٣ (مادة نقد) ، ص : ٤٢٦) . وهو التردد بين النقيضين بلا ترجيح لأحدهما على الآخر عند الشاك ، وقيل : الشك ما استوى طرفاه ، وهو الوقوف بين الشيئين لايميل القلب إلى أحدهما، فإذا ترجح أحدهما و لم يُطرح الآخر فهو ظن ، فإذا طرحه فهو غالبُ الظن، وهو بمنزلة اليقين ؛ (الجرجانى : التعريفات ، تحقيق : إبراهيم الإبيارى ، دار الكتاب العربى ، الطبعة الأولى ، بيروت، =

العرب نقدوا العلم اليونانى وشككوا بنتائجه بشكل علمى ، وكانت هـذه خطـوة مهمة للانطلاق نحو معرفة جديدة[1] .

ومن هنا تصبح كلمة "الشك" Doubt أو "الشكوك" بمثابـة المنطلـق النقـدى الذى لم يكن يهدف أصلاً إلى تأسيس نظريـة علميـة بنـاءً علـى النصـوص العلميـة اليونانية التى توفـرت بـين أيـدى العلمـاء العـرب ، وإنمـا يهـدف إلى بيـان الدلالـة المعرفية للنظرية العلمية التى تأسست عليها هذه النصوص[2] .

فالشك -إذن- يرتبط هنا بنقد النصوص العلمية ، ذلك النقد الذى سيؤدى حتمًا إلى إصدار حكم على هـذه النصـوص . وهـذا الحكـم سـوف يكشـف عـن الجوانب التى أصـاب فيهـا أصحـاب هـذه النصـوص ، وتلـك التـى أخفقـوا فيهـا وامتـلأت بالتناقضـات[3] . ومـن ثـم فـإن أعمـال النقـد عنـد العلمـاء العـرب فـى النصوص العلمية ، يمكن أن يؤدى إلى تنظيم الرؤية الإبستمولوجية للعلم العربى.

وفى ضوء ما سبق ، فقد صنف أبو بكر الرازى (٢٥٠- ٣١١هـ = ٨٦٤- ٩٢٣م) كتابًا سماه "الشكوك على جالينوس" كما صنف ابن الهيثم (٣٥٤- ٤٣٠ = ٩٦٥ - ١٠٣٩م) فى الجيل اللاحق كتابًا هـو الآخـر يسـميه "الشـكوك علـى بطلميوس" . وفى هذه الفترة بالذات ، أى حوالى منتصف القرن الخامس الهجرى، يكتب فلكى أندلسى مازال مجهول الهوية إلى الآن ، كتابًا آخـر سمـاه "الاسـتدراك

= ١٩٨٥م، ص : ١٦٨) . والفـرق بـين الشـك والريـب أن الشـك مـا اسـتوى فيـه اعتقـادان ، أو لم يستويا، ولكن لم ينته أحدهما إلى درجة الظهور ، على حين أن الريب مالم يبلـغ درجـة اليقـين ، وإن ظهر . ويقال شك مريب ، ولايقال ريب مشكك . فالشـك إذن مبـدأ الريـب ، كمـا أن العلـم مبـدأ اليقين . (د. جميل صليبا : المعجم الفلسفى ، جـ١ ، ص : ٧٠٥) .

(١) د. أحمد الربعى : محاولة تفسير اجتماعى لنشأة العلم العربى الإسلامى وتطوره ، (مقـال ضمـن كتـاب الفلسـفة العربيـة المعـاصرة) ، مركـز دراسـات الوحـدة العربيـة، الطبعـة الأولى ، بيروت ، ١٩٨٨م، ص : ١٩٩ .

(٢) د. ماهر عبد القادر : الحسن بن الهيثم وتأسيس فلسفة العلم ، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية ، بدون تاريخ، ص : ٤٥ .

(٣) المرجع السابق ، ص : ٥٠ .

على بطلميوس" . كذلك كتب أبو عبيد الجوزجاني (كان حياً قبل ٤٢٨هـ= ١٠٣٧م) كتابًا سماه "تركيب الأفلاك" ، حيث حاول أن يرد فيه على الأخطاء التي ارتكبها بطلميوس في تبنيه فكرة معدل المسير . كذلك ألف البيروني (٣٦٢- ٤٤٠هـ تقريبًا = ٩٧٣- ١٠٤٨م) كتابًا سماه "كتاب إبطال البهتان بإيراد البرهان" يرد فيه على هيئة بطلميوس لعروض الكواكب[١] .

وقد جاءت محاولات القرن السادس الهجرى مكملة لهذه الدراسات وكان معظم العاملين فى هذا المجال ، هم الذين كانوا يعملون فى بلاد الأندلس من المغرب العربى من أمثال جابر بن الأفلح (ت ٥٤٠ = ١١٤٥م) الذى خلف لنا نقدًا واسعًا لهيئة بطلميوس فى كتابه "إصلاح المجسطى" ؛ ونور الدين البطروجى (القرن السابع الهجرى / الثالث عشر الميلادى) الذى ترك لنا فى "كتاب الهيئة"، الذى ألفه فى ذلك الوقت ، هيئة جديدة تعتمد على التفسير الأرسطى للعالم وتصف بشكل عام إمكان قيام هيئة بديلة للهيئة البطلمية[٢] .

أما فى المشرق العربى ، فلم تبدأ المحاولات الجادة لنقد العلم اليونانى حتى منتصف القرن السابع الهجرى ، أى بعد حملة الغزالى بحوالى قرن ونصف تقريبًا. ويبدو أن الأعمال الهامة كانت هى تلك التى قام بها علماء وفلاسفة مرصد المراغة، بقيادة نصير الدين الطوسى (٥٩٧- ٦٧٢هـ =١٢٠١- ١٢٧٤م) [٣] .

وقد ساعدت هذه المحاولات – التى بذلها العلماء العرب لنقد العلم اليونانى –على إبراز مفهوم "النقد العقلى" Reason- Criticism أو "النقد العقلى الباطنى" للعلم ذاته فى الحضارة الإسلامية . وهو الذى يتجه إلى فحص المبادىء أو الأسس التى يقوم عليها العلم ذاته ، وذلك بهدف "نبذ مالاضرورة له"[٤] واقتراح البدائل

(١) جورج صليبا : الفكر العلمى العربى ، ص : ٩٣ .

(٢) المرجع السابق ، ص : ١١٤ .

(٣) المرجع السابق ، ص : ١١٥ . وانظر : د. عباس محمد حسن سليمان : نصير الدين الطوسى وأثره فى تقدم علم الفلك الإسلامى ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩٩م، ص : ١١٥-١٣٤ .

(٤) د. محمد ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، دار النهضة العربية ، الطبعة الأولى، بيروت ، ١٩٦٩م ، ص: ١٠ .

على ضوء الحاجات الجديدة للعلم ذاته .

فالنقد -إذن- هو شريطة التقدم العلمي ، لأن التقدم لايمكن أن يحدث بغير حذف الأخطاء ، خصوصًا إذا أخذنا في الاعتبار أن المعرفة لاتنمو بمجرد التراكم الآلى ، بل بالتصويبات الجذرية الثورية والتكذيبات العنيفة . لذلك أكد كارل بوبر -فى كتابيه : "المعرفة الموضعية" - على أن النقد هو أهم وظائف الملاحظة والتعقل ، بل وأيضًا الحدس والخيال[١] .

وإذا كان العلم Science الحقيقى فى أساسه لايهدف إلى تراكم المعلومات بدون إعمال الفكر والنظر فيها[٢] ؛ وإذا كان النقد العقلى هو الذى يكشف الخطأ العلمى ، أو يظهر التناقض المنطقى ؛ فإن لهذا النقد أهمية قصوى على الصعيد العلمى ، حيث المطلوب فحص الفرضيات وإثبات صلاحية النظريات العلمية[٣] . وذلك لأن غياب النقد العقلى سيؤدى إلى تدمير العلم وتطوره تمامًا ، وهذا يعنى أن النظريات العلمية يمكن أن يتضح كذبها فقط ، لكنها لاتشير إلى إسهام إيجابى فى إطار العلم وتطوره[٤] .

فالنقد الباطنى أو الذاتى -إذن- هو التفكير فى فحص أى نقد النظريات العلمية القائمة والمقبولة عند العلماء السابقين ، بقصد التثبت منها ومن سلامة براهينها[٥] . ولاشك أن عملية النقد الذاتى هذه قد تكون نقطة البداية فى أى كشف علمى ، وهى أهم بكثير من ذلك الذى كانوا يعتزمون الوصول إليه من

---

(١) يمنى طريف : فلسفة كارل بوبر ، ص : ٥٢٤ .

(٢) د. ماهر عبد القادر : مدخل لفهم بعض الإسهامات فى فلسفة العلوم فى مصر، (بحث قُدم إلى الندوة السنوية الثانية للجمعية الفلسفية المصرية عن دور مصر فى الإبداع الفلسفى، فى الفترة من ١٠-١٢يوليو)، ١٩٩٠م، ص : ٦ .

(٣) على حرب : النص والحقيقة (الممنوع والممتنع ، جـ٣) ، المركز الثقافى العربى، الطبعة الأولى، بيروت - الدار البيضاء ، ١٩٩٥م، ص : ١٨ .

(٤) د. ماهر عبد القادر : مناهج ومشكلات العلوم ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ١٩٨٢م، ص: ٣٨٤ .

(٥) د. ثابت الفندى : فلسفة الرياضة ، ص : ٥٤ .

قبل[1] . وهذا ما حدث فعلاً فى مجال الرياضيات والفلك والطب، وغيرها من العلوم ، ومن ثم نستطيع القول : إن الثورة التى شهدتها الأفكار والمعارف العلمية فى الحضارة الإسلامية ، إنما قدمت ما قدمته من كشوفات علمية جديدة ومهمة، انطلاقًا من نقد النص وتفكيك الخطاب العلمى اليونانى .

وهكذا تمتد "العقلانية النقدية" من الميدان الدينى ، أى من المسلمات الإيمانية الصادقة إلى الميدان العلمى ؛ لتشكل الرؤية الإبستمولوجية للعلم العربى .

ولما كان تاريخ الرياضيات الإسلامية يقدم لنا مثالاً واضحًا لمفهوم "إبستمولوجيا العلم" فى الحضارة الإسلامية ؛ ولما كانت الهندسة من أهم فروع الرياضيات دلالة على ذلك من خلال دراسة "مصادرة التوازى الإقليدية" . فإن الفصول اللاحقة من هذه الدراسة سوف تتبع الإسهامات الإبستمولوجية للعلماء العرب ، وذلك لمعرفة مدى ما أسهم به العلم العربى فى هذا الميدان .

---

(١) د. فؤاد زكريا : التفكير العلمى ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت، ١٩٧٨م، ص : ٢٨٤ .

الفصل الثانى

إقليدس ومصادرة التوازى

تميزت مدينة الإسكندرية فى عهد البطالمة بنهضة فكرية جعلتهـا قمـة شـامخة من قمم الحضارات القديمة ، حيث أصبحت منارًا للعلم ومركزًا للتجارة العالميـة . فقد أنشأوا فيها مكتبة علمية جامعة لم يكن لها مثيل فى العالم القديم؛ وقد تقـاطر عليها العلماء من كل جنس ترعاهم الإسكندرية وتجزل لهم العطاء[١] .

وقد نقل البطالمة للمكتبة معظم التراث الذى أنتجه العقل اليونانى فى مجالات الآداب والفلسـفة والعلـم؛ حيـث كـانت مركـز دراسـات الأدبـاء والنحويـين والفلاسفة والمؤرخين والعلماء على سائر طوائفهم[٢]. ومن ثم فقـد قـامت بالإسكندرية حركة علمية نشطة خطت بعلوم الرياضة والفلـك والطبيعـة والطب والكيمياء والموسيقى وغيرها، خطوات هائلة كانت أساس الحركة العلميـة العربيـة فى العصور الوسطى وأساس النهضة العلمية الحديثة فى أوروبا[٣] .

ولقد عرفت الإسكندرية فى هذه الفترة شخصيات علمية عديدة من أمثـال: إقليدس وبطلميوس وأراتوسنيس وأبولونيوس وجـالينوس وهـيرون وغـيرهم. وفـى هذا البحث سوف نتوقف عند شخصية "إقليدس"، لما لها من أثر عميق فـى تطـور الرياضيات فى العالمين العربى الإسلامى والغربى الأوروبى .

---

(١) انظر: د.محمد على أبو ريان: تاريخ الفكر الفلسفى (أرسطو والمدارس المتأخرة)، دار المعرفـة الجامعية، الطبعة الثالثة، الإسكندرية، (بدون تاريخ)، جـ٢، ص: ٣١٦. د.أميرة حلمى مطر: الفلسفة عند اليونان، دار ومطابع الشعب، القاهرة، ١٩٦٥م، ص: ٢٨٣. لانسلوت هوجبن: الرياضة للمليون، ترجمة لفيف من الأساتذة، مراجعة: د.محمد مرسى أحمد ود.عبد المنعم ناصر الشافعى، (سلسلة الألف كتاب) دار العـالم العربى للطباعة، القـاهرة، ١٩٥٧م، جـ١، ص: ٢٤٣، ٢٤٤، وانظر أيضًا: Stephen F.Mason: A History of The Science, New York, 1968. P.49,50.

(٢) د.أبو ريان: تاريخ الفكر الفلسفى، جـ٢، ص: ٣١٧.

(٣) انظر: د.مصطفى العبادى: مكتبة الإسكندرية القديمة، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٧٧م، ص: ٢٠. د.جعفر آل ياسين: المدخل إلى الفكر الفلسفى عند العرب، دار الأندلس، الطبعة الثالثة، بيروت، ١٩٨٣م، ص: ٤١.

إقليدس Euclid (٣٣٠-٢٧٠ق.م):

تذكر المصادر التاريخية أن إقليدس هو: يوكليدس بن نوقطرس بن برنيقس المعروف عند العرب باسم "إقليدس"(١). وعلى الرغم من أن أصحاب هذه المصادر قد ذكروا إقليدس، فإنهم لم يذكروا جميعًا سنة ميلاده ولاسنة وفاته. ومن ثم فإنهم قد اجتهدوا جميعًا فى تحديد الفترة التى عاش فيها إقليدس، وهى بين عامى ٣٣٠-٢٧٠ق.م (٢).

وقد خيم الغموض على حياة إقليدس؛ فليست لدينا معرفة أكيدة عنه على حد تعبير جورج سارتون(٣) ولكننا نذهب مع القفطى إلى أنه يونانى الجنس، شامى الدار، صورى البلد، نجار الصنعة(٤). ومن المعروف أنه كان بالإسكندرية فى عهد بطلميوس Ptolemy بالإسكندرية الأول "سوتر" (الذى حكم من ٣٢٣ إلى ٢٨٥ق.م)، وأنه كان يعلم ابنه بطلميوس الثانى الرياضيات والهندسة(٥).

ويمكن القول: إن إقليدس قام بتأسيس مدرسة رياضية بالإسكندرية، تعلم

---

(١) انظر: القفطى: أخبار العلماء بأخبار الحكماء، مكتبة المتنبى، القاهرة، (بدون تاريخ)، ص:٤٥. ابن النديم: الفهرست، تحقيق: رضا تجدد، طهران، ١٩٧١م، ص: ٣٢٤.

(٢) وها هنا لانرى ضرورة لأن نخوض فى تفاصيل الدراسات والتحقيقات الطويلة الدائبة التى بذلت للوصول إلى تحديد الفترة التى عاشها إقليدس. فلقد جند الغربيون كل ما لديهم من وسائل بحث لدراسة ما فى المخطوطات الإغريقية واللاتينية والعربية والعبرية، مما يشير من قريب أو بعيد إلى أى شيء يتعلق بالفكر الإغريقى حتى صار محالاً أو يكاد أن يصل المرء إلى جديد فى هذا الميدان (راجع فى هذا: د.أحمد سليم سعيدان: هندسة إقليدس فى أيدٍ عربية، دار البشير، الطبعة الأولى، عمان، ١٩٩١م. ص: ١٤، ١٥. جورج سارتون: تاريخ العلم، بإشراف: د.بيومى مدكور، ترجمة لفيف من العلماء، دار المعارف، القاهرة، ١٩٧٠م، جـ٤، ص: ٨٢.جورج سارتون: العلم القديم والمدنية الحديثة، ترجمة: د.عبد الحميد صبره، مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، ١٩٦٠م، ص: ٥٢. دى لاسى أوليرى: علوم اليونان وسبل انتقالها إلى العرب، ترجمة: د.وهيب كامل، زكى على؛ مكتبة النهضة المصرية، القاهرة، ١٩٦٢م، ص: ٣٧. نيقولا يوسف: أعلام من الإسكندرية، منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٦٩م، ص: ٥٢) .

(٣) سارتون: تاريخ العلم، جـ٤، ص: ٨٢.

(٤) المرجع السابق، الصفحة نفسها.

(٥) انظر: القفطى: أخبار العلماء، ص: ٤٦. د.أحمد سليم: هندسة إقليدس، ص: ١٤.

فيها كثير من الرياضيين المبرزين؛ وبفضله تحولت دار الحكمة والأكاديمية إلى معهد للدراسات الرياضية، وظلت هذه المدرسة بعده طوال سبعة قرون تعترف بقيادته[1]. وقد ذكر بعض أهل العلم بالتاريخ أن إقليدس كان أقدم من أرشيمدس وغيره[2].

وقد اشتهر من تلاميذ إقليدس على مر العصور عدد من المشتغلين بالرياضيات فى القدم، منهم "أبولونيوس البرجاوى" نسبة إلى برجا، والملقب بالهندسى العظيم. وهو من التلاميذ غير المباشرين لإقليدس، والذى اشتهر فيما بين ٢٥٠-٢٢٠ق.م[3]. ومنهم الرياضى السكندرى "هبسكليس" ويسميه العرب "أبسقلاوس"، الذى أضاف مقالتين إلى كتاب "العناصر" أو "الأصول" أحد مؤلفات إقليدس الرئيسة .

أما إقليدس نفسه فقد بلغ من جهل الناس به أن ظلوا مدة طويلة يخلطون بينه وبين الفيلسوف إقليدس الميغارى أحد تلامذة سقراط المخلصين وصاحب مدرسة فلسفية أسسها فى ميغارى[4]. ويرجع هذا الخلط بين الرجلين إلى وقت متقدم جدًا، واستمر قائمًا تشتهر به أوائل الكتب المطبوعة حتى أواخر القرن السادس عشر الميلادى. وكان أول من صحح هذا الخطأ فى طبعه لكتاب إقليدس هو فيديريجو كوماندينو Federigo Commandino، وذلك فى ترجمته اللاتينية التى ظهرت فى بيسارو عام ١٥٧٢م[5] .

مؤلفات إقليدس:

وضع إقليدس عدة مؤلفات فى مختلف العلوم؛ فقد كَتَبَ فى الرياضيات

---

(١) انظر: نيقولا يوسف: أعلام اليونان، ص: ٣٧. د.عبد الحليم منتصر: تاريخ العلم ودور العلماء فى تقدمه، دار المعارف، الطبعة الثالثة، القاهرة، ١٩٦٩م، ص: ٤٤.

(٢) انظر: القفطى: أخبار العلماء، ص: ٤٦. ابن النديم: الفهرست، ص: ٣٢٤.

(٣) انظر: سارتون: العلم القديم والمدنية الحديثة، ص: ٥٣، ٥٤.

(٤) د.محمد على أبو ريان: تاريخ الفكر الفلسفى، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩٤ م، جـ١، ص: ١٤٤، ١٤٥.

(٥) سارتون: العلم القديم والمدنية الحديثة، ص: ٥٤.

والفلك والبصريات والميكانيكا والموسيقى؛ وسوف نذكر فيما يلى قائمة مؤلفاته[1]، وهى:

١-كتاب الأصول أو الأركان Elements :

وهو من أهم ما وصل إلينا من مؤلفات إقليدس؛ وقد ترجم فيما بعد إلى العربية واللاتينية والعبرية والإنجليزية. ويحتوى على ثلاثة عشر مقالاً أو كتابًا يمكن وصفها باختصار فيما يلى[٢]:

١- المقالات أو الكتب من (١ إلى ٦): فقد جعلها إقليدس للهندسة المستوية؛ فالمقالة الأولى: تشمل تعريف للمسلمات، وتتناول المثلثات والمتوازيات أو الأشكال المستقيمة للأضلاع. وجعل الثانية لمساحات هذه الأشكال، وفيها عالج الجبر بطريقة هندسة. وجعل الثالثة والرابعة للدوائر، وما يحيط به من مضلعات منتظمة. وأما المقالة الخامسة: فتعالج نظرية جديدة فى النسب المستخدمة فى الكميات التى تعد والكميات التى لاتعد. والمقالة السادسة: تبحث فى الأشكال المتشابهة بتطبيق نظرية التناسب.

٢- المقالات أو الكتب من (٧ إلى ١٠): وقد جعلها إقليدس للحساب ونظرية الأعداد. وتعالج هذه المقالات أعدادًا من أنواع مختلفة، وأولية بالنسبة لبعضها، والمضاعف المشترك الأصغر، والأعداد التى تكوّن المتوالية الهندسية. وأما المقالة العاشرة فهى مخصصة للمستقيمات غير الجذرية .

٣- المقالات أو الكتب من (١١ إلى ١٣): وتشمل الهندسة الفراغية، وتشبه المقالة

---

(١) انظر: القفطى: أخبار العلماء، ص: ٤٨. ابن النديم: الفهرست، ص: ٣٢٥. نيقولا يوسف: أعلام من الإسكندرية، ص: ٥٢، ٥٣. شاخت وبوزورث: تراث الإسلام، ترجمة: د.حسين مؤنس، إحسان صدقى العمد، مراجعة: د.فؤاد زكريا. (سلسلة عالم المعرفة)، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٧٨م. القسم الثالث، ص: ١٦٢.

(٢) انظر: سارتون: العلم القديم والمدنية الحديثة، ص: ٥٥، ٥٧، تاريخ العلم ، جـ٤، ص: ٨٥. د.احمد سليم: هندسة إقليدس، ص: ١٧، ١٨. رنيه تاتون: تاريخ العلوم العام (العلم القديم والوسيط من البدايات حتى سنة ١٤٥٠)، ترجمة: د.على مقلد. المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٨٨م، المجلد الأول، ص: ٣١٩-٣٢٤.

الحادية عشرة المقـالتين الأولى والسادسة. أمـا المقالـة الثانيـة عشـرة فتستخدم طريقة الاستفادة فى قياس الدوائـر والكـرات والأهـرام. والمقالـة الثالثـة عشـرة تعالج المجسمات المنتظمة.

ويعد مؤرخو إقليدس فى العصر الحاضر أجزاء كتاب "الأصول" كلها مقدمة لجزئه الثالث عشر، وهو الخاص بالأجسام الهندسية التى عنى أفلاطـون بدراستها، وجاء ذكرها فى محاورة "طيماوس"[1] .

ولقد أضيف إلى الأصول كتابان آخران يعالجان المجسـمات المنتظمـة، وهمـا الكتابان الرابع عشر والخامس عشر. وقد ألف هبسكليس السـكندرى مـا يسـمى بالكتاب الرابع عشر فى بداية القرن الثانى (ق.م) وهو كتاب علـى درجـة كبـيرة من الجودة. أما الكتاب الثانى وهو الكتاب الخامس عشر، فهو أحدث كثيرًا وأقل منه فى الكَيْف، وقد كتبه أحد تلاميذ إيزيدروس المليطى[2] .

وقد شرح كتـاب الأصـول عـدد مـن الريـاضيين أشـهرهم: هـيرون Hero، وبـابوس Pappus، وفورفوريـوس Porphery، وبرقلـس Proclus وسمنيلقيـوس، وجيمنـوس Geminus، وربمـا كـان هـو الـذى تسـميه الكتـب العربيـة أجـانيس Aghanis. وبذلك تكاثرت نسخ كتاب "الأصول"، وعلى مـر العصـور تكـاثرت أغلاط النساخ ومداخلاتهم. من أجلِ ذلك، قام ثيون السكندرى فى القرن الرابـع الميلادى بتحرير الكتاب، فبدل بعض ألفاظه وأضاف فى براهينه خطـوات، وبـدل بحلوله حلولاً رآها اوضح، وأضاف حالات خاصة، ونتائج. وصارت كل نسـخة للكتاب تكتب نقلاً عن تحرير ثيون[3].

والواقع أن كتاب الأصول لإقليدس هو الثمرة التى تمخضت عنها حقبة تزيـد على ألف عام، ولو أننـا نعـترف أنـه أول جـامع للمعـارف الهندسية اسـتمر أثنـاء عصور الإغريق والرومان والعرب والقرون الوسطى والعصـر الحديـث حتـى جيـل

---

(١) سارتون: تاريخ العلم، جـ٤، ص: ٨٦.

(٢) د.نجيب بلدى: تمهيد لتاريخ مدرسة الإسكندرية وفلسفتها، دار المعارف، مصر، ١٩٦٢م. ص:٣٩.

(٣) د.أحمد سليم سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ١٩.

كان إلى وقت قريب لايزال على قيد الحياة[1].

٢-كتاب اختلاف المناظر أو البصريات:

ويرى أوليرى أن هذا الكتاب منحول، إلا أن العرب استعملوه[2] .

٣-كتاب المعطيات أو المفروضات .

٤-كتاب ظاهرات الفلك .

٥-كتاب الفلسفة إصلاح ثابت .

٦-كتاب القانون .

٧-كتاب الثقل والخفة .

ويشير القفطى وابن النديم إلى أن هناك بعض المؤلفات المنحولة التى نسبت خطًا لإقليدس، وهى[3] :

١-كتاب النغم ويعرف بالموسيقى .

٢-كتاب التركيب .

٣-كتاب الفوائد .

٤-كتاب التحليل .

النسق الاستنباطى ومصادرة التوازى:

يعتقد إقليدس -مثل أفلاطون وأرشميدس- بضرورة الانتهال من المعرفة من

---

(١) انظر: د.عبد الحليم منتصر: تاريخ العلم، ص: ٤٤. السيروليم وودثورب تارن: الحضارة الهللنستية، ترجمة: عبد العزيز توفيق جاويد، راجعه: زكى على، مكتبة الأنجلو المصرية، القاهرة، ١٩٦٦م. ص: ٣١٨. وانظر أيضًا: Charles Siger ,: Ashort Histoiry of Scientific Ideas to 1900, Oxford 1968, P63.

(٢) انظر: أوليرى: علوم اليونان، ص: ٣٧.

(٣) انظر: القفطى: أخبار العلماء، ص: ٤٨. ابن النديم: الفهرست، ص: ٣٢٥.

أجلها ذاتها[1]، وليس من أجل شيء آخر. فلم يكن إقليدس يبحث عن الشهرة والمال، وإنما كان يطلب المعرفة الحقة فى مختلف العلوم. ولذلك تعددت جوانب هذه الشخصية العلمية المرموقة، وتنوعت اتجاهاتها ما بين الرياضيات والفلك والبصريات والميكانيكا والموسيقى.

أما القيمة العلمية الحقيقية لإقليدس، فهى تنحصر فى المنهج الذى اتبعه فى كتابه "الأصول" فى استعراض النظريات المبعثرة المتناثرة المعروفة عند الفيثاغوريين السابقين، وذلك بتنظيمها أو تنسيقها فى نسق علمى موحد محكم الحلقات[2]، بحيث يتوقف فيه برهان كل نظرية لاحقة على نظريات أخرى سابقة عليها سبق برهانها فى داخل بناء منطقى يجمع كل النظريات المتفرقة، ويستند إلى "أصول" محددة قليلة ووثيقة تبقى خارج البرهان[3]. وبهذا تمكن إقليدس من إقامة البنيان الرياضى للهندسة والحساب بثلاث عشرة مقالة تجاوزت كثيرًا حدود الهندسة الحيادية[4] .

وكانت السمة البديهية للهندسة الإقليدية فى حد ذاتها -اشتقاق النظريات من بديهيات ومصادرات أساسية -تعد إسهامًا عظيمًا على نحو لافت للنظر، بحيث ظلت تلعب دورًا رئيسيًا فى معظم المناهج الحديثة التى وضعت أنساقًا رياضية فى صياغة دقيقة[5]. فقد لبث الرياضيون مدى ألفين ومائتى عام، ينظرون إلى كتاب إقليدس نظرتهم إلى المثل الأعلى والنموذج الذى يُحتذى فى مراعاة الدقة العلمية[6].

---

(١) ثارن: الحضارة الهلنستية، ص: ٣١٨.

(٢) انظر: Farrington.B., Greek science, penguin books,New York, 1944, P.45. .

(٣) انظر: محمد ثابت الفندى: فلسفة الرياضة . ص: ٤٠، ٤١. أوليرى: علوم اليونان، ص: ٣٧.وثارن:
Meschkowsk. H,: Evolutition of Mathematical Thought, translated by J.H. Gayl, Holden-Pay.Inc, San Francisco, 1965.P.6.

(٤) د.أحمد سليم سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٢٢.

(٥) رودلف كارناب: الأسس الفلسفية للفيزياء، ترجمة: د.السيد نفادى، دار الثقافة الجديدة، القاهرة، ١٩٩٠، ص: ١٥١.

(٦) د.زكى نجيب محمود: المنطق الوضعى، مكتبة الأنجلو المصرية، الطبعة الخامسة، القاهرة، ١٩٨٠م، جـ٢، ص: ٩٣.

وقد كان نسق إقليدس مؤيدًا لمفاهيم سابقة ظهرت قبل أن تتخذ مبادىء الهندسة صورة نسق منظم. ذلك لأن الوضوح الذاتى الظاهر للمبادئ الهندسية أدى بأفلاطون -من قبل- إلى القول بنظرية المثل، لأنه كان يعتقد أن بديهيات الهندسة تتكشف لنا فى فعل رؤية يبين لنا أن العلاقات الهندسية إنما هى خواص لموضوعات مثالية(1) .

ولذلك فالحقائق الهندسية أو الرياضية عند أفلاطون لاتأتى عن طريق الاستدلال العقلى ولا عن طريق التجربة، لأنها سابقة عليهما. بل تأتى عن طريق الحدس، أى اكتشاف ما فى العقل من حقائق. فالوعى بما فى عقولنا هو المفتاح الصحيح لاكتشاف الحقائق الرياضية. وفى هذا الجانب يلتقى الجدل مع الحقائق الرياضية فى أنهما أداة الوصول إلى وجود معرفة الحقائق الخالدة. ومن ثم فالرياضيات بهذا الاعتبار هى مبادىء أولية قائمة وستظل قائمة بعيدة عن المعرفة الظنية(2) .

وبذلك يحدد أفلاطون دور الرياضيات وما تمثله من إمكانيات للوصول إلى الحقائق عن طريق التحديد والتعريف لخطوات العمل الرياضى؛ ولهذا التحديد أهميته القصوى فى البناء الرياضى. وقد بدا هذا واضحًا عند كل من أرسطو وإقليدس، وإن اختلف المنهج عند كل منهما(3) .

وكذلك لايمكن فهم إقليدس أو العمل الذى أنجزه فى كتاب "الأصول" إلا فى ضوء تعاليم أرسطو فى التحليلات الثانية(4). فلقد استطاع تحليل المواضيع الرياضية والقضايا بطريقة برهانية. ولذلك خضعت قضايا الرياضيات عنده

---

(1) هانز ريشنباخ: نشأة الفلسفة العلمية، ترجمة: د.فؤاد زكريا، دار الكاتب العربى، القاهرة، ١٩٦٨م، ص: ١١٧.

(2) د.عيسى عبد الله: الفكر الرياضى الإسلامى، مراجعة: د.ياسين عريبى ود.جمال الدباغ، منشورات جامعة الجبل الغربى، الطبعة الأولى، ليبيا، ١٩٩٨م، ص: ٨٩، ٩٠.

(3) المرجع السابق، ص: ٩٠، ٩١.

(4) د.ثابت الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ٤٦. وقارن: أرسطو: التحليلات الثانية، ترجمة: أبو بشر متى بن يونس، تحقيق: د.عبد الرحمن بدوى، ضمن كتاب "منطق أرسطو" دار الكتب المصرية، القاهرة، ١٩٤٩م، جـ٢، ص: ٣٣٥-٣٤٢.

للبرهان المنطقى الصارم[1]. ومن ثم كان إقليدس أرسطيًا فى منهجه، أى فى إعطاء الصورة القياسية لبراهينه الهندسية[2].

وانطلاقًا من هذه المنهجية بيَّن أرسطو فى تحليلاته أن كل نظرية يقينية أو برهانية، إنما تقوم على قبول عدد قليل من المقدمات أو المبادئ تبدأ منها البرهنة على كل القضايا القابلة للبرهان، بينما تبقى تلك المقدمات خارج البرهان وغير قابلة له فى نطاق العلم القائم عليها[3]. وهذه المبادئ تساعد فى بناء العلم الرياضى بناءً محكمًا، وهى تنقسم إلى بديهيات ومسلمات. كما بيَّن أرسطو أن التعريفاتِ لاتتعلق بقيم الصدق أو الكذب، وإنما هى مجرد عبارات شارحة[4].

وهذا يعنى أن أرسطو بوضعه أسس النسق الاستنباطى فى المنطق، قد وضع فى الوقت نفسه أسس النسق الاستنباطى للهندسة الإقليدية. وهذا ما جعل إقليدس يؤسس الهندسة باعتباها علمًا استنباطيًا منفصلاً[5]. فمن الطبيعى أن يحتاج النسق الإقليدى لمثل هذه المقدمات أو المبادئ، لذا وجدنا إقليدس ينص فى مقدمة كتابه "الأصول" على أنه "قد جرت العادة بتصديرها بذكر حدود وأصول موضوعة وعلوم متعارفة يحتاج إليها فى بيان الأشكال[6]. وبذلك أقام إقليدس نسقه

---

(١) د.عيسى عبد الله: الفكر الرياضى الإسلامى، ص: ٩٢.

(٢) انظر: د.نجيب بلدى: تمهيد لتاريخ مدرسة الإسكندرية وفلسفتها، ص: ٣٩. د.محمد عبد الرحمن مرحبا: المرجع فى تاريخ العلوم عند العرب، منشورات دار الفيحاء، ١٩٧٨م. ص:١١٩. د.أحمد سليم سعيدان: مقدمة لتاريخ الفكر العلمى فى الإسلام، (سلسلة عالم المعرفة)، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٨٨م، ص: ٦٤، ٦٨، ٦٩. وقارن:
Boyer.C.B.,:The history of the calculus and its conceptual development, Dover publications, Inc, 1959.P.1. Burtt.E.A,: Metaphysical Faundation of Moedern physical science. London. 1964.P.31.

(٣) د. ثابت الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ٤٦.

(٤) د. عيسى عبد الله: الفكر الرياضى الإسلامى، ص: ٩٣.

(٥) د. مصطفى النشار: نظرية العلم الأرسطية، دار المعارف، الطبعة الأولى، القاهرة، ١٩٨٦م، ص: ١٦٩، ١٧٠.

(٦) إقليدس: أصول الهندسة، تحرير: نصير الدين الطوسى، مخطوط دار الكتب برقم ١٠٧رياضة -طلعت (ميكروفيلم رقم ٥١٢٣٩)، ص: ٢أ.

الاستنباطى على النحو التالى[1]:

١-التعريفات أو الحدود:

يقدم إقليدس فى كتابه حوالى (٢٣) تعريفًا أو شرحًا للحدود، منها على سبيل المثال:

- النقطة ما لاجزأ له .
- الخط طول لاعرض وينتهى بالنقطة.
- المستقيم هو الذى يكون وضعه على أن تتقابل أى نقطٍ تفرض عليه بعضها البعض .

٢-المسلمات أو المصادرات:

وهنا يقدم إقليدس مجموعة من المسلمات أو المصادرات فى صورة قضايا نفترضها ونستخدم فيها الحدود السابقة، ومن هذه المصادرات:

- لنا أن نصل خطًا مستقيمًا بين نقطتين .
- وأن نخرج خطًا مستقيمًا محدودًا على الاستقامة .
- وأن نرسم دائرة على أى نقطة وبأى بعد .
- الزاويا القائمة متساوية جميعًا .
- كل خطين مستقيمين وقع عليهما خط مستقيم، وكانت الزاويتان الداخلتان فى إحدى الجهتين أصغر من قائمتين، فإنهما يلتقيان فى تلك الجهة إن أخرجا. (نص المصادرة الخامسة).

---

(١) المرجع السابق، ص: ٢أ-٣ب. وانظر: د.ثابت الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ٤٦، ٤٧. د.ماهر عبد القادر: نظريات المنطق الرياضى، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ٢٠٠٠م، ص: ٩٦،٩٧. د.محمد محمد على قاسم: نظريات المنطق الرمزى، دار المعرفة الجامعية، الإسكندرية، ١٩٩١م، ص: ١٢٥-١٢٧. د.أحمد سليم سعيدان : هندسة إقليدس ، ص : ١٦ ، ١٧ .

٣-الأصول الموضوعة أو العلوم المتعارفة:

وهى المعارف المقبولة عامة " أى البديهية"، وقد قبل إقليدس (٢٨) قضية من هذا النوع، منها:

- الأشياء المساوية لشيء بعينه متساوية .

- الكل أعظم من جزئه .

وتوضح لنا هذه الأنواع الثلاثة من المقدمات -أو المبادئ أو الأصول- كيفية البرهنة على عدد كبير من القضايا المبرهنة، أى المشتقة بالبرهان، وهى إمّا نظريات أو ملحقات أو تمارين مشهورة .

ويشير إقليدس إلى طريقة منهجية جديدة فى عرض قضاياه النظرية والعملية على السواء بإعطاء منطوق عام، كقوله: "زاويتا القاعدة فى المثلث المتساوى الساقين متساويتان". ثم يعقب ذلك بقانون خاص يتمثل بشكل محدد بحروف أبجدية، ونص يبين أن الشكل يطابق ما فى القانون العام، ويبين بوضوح المعطيات والمطلوب إثباته، أو عمله؛ وبعد ذلك يأتى -إذا لزم الأمر- بعمل هندسى يساعد على تحقيق المطلوب، ثم برهان مستند إلى قضايا ثبت استنتاجها من المصادرات. فإذا تم البرهان، يأتى نص يبين أن المنطوق العام قد تحقق، ويعقب ذلك عبارة: وهذا هو المطلوب إثباته، أو وهذا هو المطلوب عمله[1].

وهنا نعجب كيف اهتدى إقليدس فى كتابه الأصول إلى الطريقة التركيبية، بحيث يذكر الحل دون أن يبيِّن كيف وصل إليه. وهذا عكس الطريقة التحليلية التى نجده استعملها فى كتب أخرى، حيث يحدد المطلوب، ثم يفترض أنه قد تحقق، فيستنتج من ذلك نتائج متتالية يتبين له فى النهاية كيفية تحقيق المطلوب؛ فيرتد رجوعًا إلى الطريقة التركيبية. وعلى الرغم من ذلك. فإن إقليدس فى بعض براهينه فى كتاب الأصول يلجأ إلى الطريقة التحليلية ،إذ يفترض نقيض المنطوق،

---

(١) انظر: د.أحمد سليم سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ١٨.د.ثابت الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ٤٧، ٤٨.

فيحصل من ذلك على خلف أو محال[1].

من أجل ذلك، فالقيمة العلمية الحقيقية لإقليدس تعود إلى أنه استنادًا إلى تحليلات أرسطو الثانية استطاع أن يبنى نسقًا استنباطيًا واحدًا لكل النظريات المبعثرة التى خلفها السابقون تستنبط فى داخله النظريات اللاحقة مما سبقها فى الترتيب. ويستند الاستنباط برمته إلى قبول عدد محدود من الأصول[2]. لذا، سوف يظل بناء الهندسة فى صورة نسق استنباطى يرتبط إلى الأبد باسم إقليدس[3].

وعلى أية حال؛ فإن النسق الاستنباطى عند كل من أرسطو وإقليدس، إنما يقوم على استخلاص مقدمات أو قضايا أولية أهمها الأصول الموضوعة والمسلمات أو المصادرات. ولافارق بين النوعين إلا فى درجة الوضوح والبداهة لدى المتعلّم: فالأولى أوضح بينما يعاند العقل فى قبول الثانية ويتقبله متسامحًا فحسب. فإذا أغفلنا هذا الفارق النفسى أو التعليمى، فإن تلك القضايا الأولية تعد مطابقة للواقع ومعبرة عنه، أى تعتبر فى ذاتها "حقيقية". فالحقيقة هى فى المطابقة التامة مع الخارج أو العالم الواقعى. وهذا هو موقف أرسطو وإقليدس المشترك[4].

ولقد تحدث المناطقة المعاصرون عن تصور النسق الاستنباطى عند كل من أرسطو وإقليدس بقصد تمييزه عن تصور المحدثين، فأثبتوا ضرورة وصفه بأنه "نسق يقينى استنباطى". وذلك لأن المقدمات أو المبادئ التى يستند إليها النسق "يقينية" حسب تصور القدماء، أى مطابقة للواقع الخارجى؛ وبالتالى تكون القضايا المشتقة منها بالبرهان (النظريات) يقينية أيضًا[5]. فقد كانت هندسة إقليدس -إذن- هى الأنموذج الأعظم لليقين، بكل معانى اليقين ودلالاته الإبستمولوجية والأنطولوجية

---

(١) د.أحمد سليم سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ١٨، ١٩ .

(٢) انظر: د.ثابت الفندى: فلسفة الرياضيات، ص: ٤٨. هانز ريشنباخ: نشأة الفلسفة العلمية، ص: ١١٧.

(٣) ريشنباخ: الفلسفة العلمية، ص: ١١٧. وانظر: Cajori, Florien: History of Mathematics, New York, 1919, P.326-328.

(٤) د. ثابت الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ٤٨.

(٥) المرجع السابق، ص: ٤٩.

وما قبلهما وما بعدهما[1] . وانطلاقاً من ذلك، اعتبر كـانط أن الهندسـة الإقليديـة هى الهندسة الوحيدة الممكنة، ومن ثـم وضع نظريتـه فـى المكـان والزمـان متسـقة ونسق إقليدس[2] .

مصادرة التوازى Postulate the parallel:

يشير إقليدس إلى تعريف الخطوط المتوازية، وهو التعريف الثـالث والعشـرون من المقالة الأولى فى كتاب الأصول؛ وذلك على النحو التالى:

"المتوازية من الخطوط هى المستقيمة الكائنة فى سـطح متسـوٍ، لاتتلاقـى وإن أخرجت فى جهاتها إلى غير النهاية"[3] .

وهنا نلاحظ أن إقليدس قدَّم تعريفات لثلاثة وعشرين من المفاهيم الهندسية، جعل آخرها تعريف الخطـوط المتوازية[4]. وهـذا التعريـف يجعـل عـدم الالتقـاء أو التقاطع هو الخاصية المميزة لتوازى الخطوط المستقيمة فى سطح واحد[5] .

وهناك من جعل تعريف الخطوط المتوازية فى اتجاه واحد، وهذا تعريف ذكره فلبونس Philoponus متمشيًا مع تصور أرسطو للخطوط المتوازيـة. وهنـاك أيضًـا من عرفها بأنها بعد ثابت أحدها عن الآخر، وممن قال بهذا التعريف بوسيدونيوس Posidonius[6] وقـد أخـذ بتعريـف بوسـيدونيوس كذلـك كـل مـن سـنبليقيوس Simplicius وأغانيس، حيث ينسب النيريزى إلى سـنبليقيوس تعريفًـا منقـولاً عـن

---

(١) د.يمنى طريف الخولى: فلسفة العلم فى القرن العشرين ، ص: ٢١٢.

(٢) انظر: د.محمود زيدان: كانط وفلسـفته النظريـة، مكتبـة التونى، الإسـكندرية، ١٩٨٣م، ص: ١٠٩-١١٢. د.زكريـا إبراهيـم: كـانت أو الفلسـفة النقديـة، مكتبـة مصـر، الطبعـة الثانيـة، القـاهرة، ١٩٧٢م، ص: ٧٣. إميل بوترو: فلسفة كـانط، ترجمة: د.عثمـان أمـين، الهيئـة المصريـة العامـة للكتاب، القاهرة، ١٩٧٢م. ص: ٣٧.

(٣) إقليدس: أصول الهندسة، ص: ٣أ .

(٤) سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٦٨.

(٥) المرجع السابق، ص: ١٧.

(٦) المرجع السابق، ص: ٢٠.

بوسيدونيوس يقول: إن الخطين المتوازيين هما خطان فى سطح واحد لايتقاربان ولايتباعدان، وتبقى الأعمدة النازلة من أحدهما على الآخر متساوية. أما أغانيس، فقال: إن الخطوط المتوازية هى التى فى سطح واحد، وإذا أخرجت إخراجًا دائمًا غير متناهٍ فى الجهتين جميعًا، كان البعد بينهما أبدًا بعدًا واحدًا[1] . فالتوازى عند إقليدس -إذن- يقتضى عدم التقاطع، وعند غيره يقتضى ثبات الأبعاد أو تساويها.

ثم يقدم إقليدس بعد ذلك خمس مصادرات، جعل أخرها مصادرة التوازى، وهى: "كل خطين مستقيمين وقع عليهما خط مستقيم، وكانت الزاويتان الداخلتان فى إحدى هاتين الجهتين أصغر من قائمتين، فإنهما يلتقيان فى تلك الجهة إن أخرجا"[2] فالتقاء الخطين -إذن- يرتبط عند إقليدس بقيمة مجموع الزاويتين الداخلتين .

ويقوم إقليدس باستنتاج نظرياته الهندسية واحدة بعد الأخرى، متعمدًا على ما يبدو تأجيل الخوض فى فكرة التوازى كلية، حتى أتم ستًا وعشرين نظرية[3]. ثم يطرح لنا إقليدس الشكلين السابع والعشرين و الثامن والعشرين على النحو التالى:

(١) الشكل السابع والعشرون من المقالة الأولى للأصول:

"كل خطين وقع عليهما خط، وكانت المتبادلتان من الزوايا الحادثة متساويتين، فهما متوازيان"[4] .

(٢) الشكل الثامن والعشرون من المقالة الأولى للأصول:

"كل خطين وقع عليهما خط، وكانت الخارجة من الزوايا الحادثة مساوية لمقابلتها الداخلة، أو كانت الداخلتان فى جهة معادلتين لقائمتين، فهما

---

(١) المرجع السابق، ص: ٥٥، ٥٦.

(٢) إقليدس: أصول الهندسة، ص: ١٣أ .

(٣) سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٦٨.

(٤) إقليدس: أصول الهندسة، ص: ١٢ب .

متوازيان"[1].

ويبدو من الشكلين السابقين أنهما نظريتان فى التوازى، يبرهن عليهما إقليدس استنادًا إلى تعريفه للتوازى؛ ويعتمد فى ذلك على نظرية من النظريات السابقة لا على مصادرته الخامسة[2]. ومن ثم فإن نظريات إقليدس الثمانية والعشرين ليس فيها أى اعتماد على مصادرة التوازى.

أما لماذا تجنب إقليدس مصادرة التوازى فى البرهنة على نظرياته الثمانى والعشرين الأولى، فسيبقى ذلك لغزًا غير قابل للحل من الوجهة التاريخية. فقد يكون سببه نفسيًا أو منطقيًا أو فلسفيًا[3]. والذى يمكننا أن نقرره: هو أن إقليدس يلجأ إلى مصادرته الخامسة لإقامة البرهنة على الشكل التاسع والعشرين من المقالة الأولى، والذى ينص على أنه: "إذا وقع خطين متوازيين، فالمتبادلتان من الزوايا الحادثة متساويتان. وكذلك الخارجة ومقابلتها الداخلة؛ والداخلتان من جهة معادلتان لقائمتين"[4]. وهذا الشكل عكس الشكلين السابع والعشرين والثامن والعشرين، وقد برهن عليه بطريقة الخلف.

وهكذا ننتهى فى ضوء تتبعنا لمصادرة التوازى، إلى أن إقليدس نفسه كان على علم بما تنطوى عليه هذ المصادرة من شكوك[5]. فليست المصادرة الخامسة – إذن– مصادرة بمعنى الكلمة، أى أنها ليست من القضايا التى يجوز التسليم بها دون برهان، وإنما هى فى الحقيقة قضية تنطوى على صعوبات كثيرة. فقد يُسلم المرء بأن فى إنقاص الزاويتين الداخلتين عن قائمتين ما يستلزم بالضرورة تقارب الخطين من جهة هاتين الزاويتين. ولكن هذا وحده لايكفى للجزم بأن الخطين ملتقيان لامحالة فى نقطة ما، إذ من المعلوم أن هناك خطوطًا هندسية يقترب الواحد

---

(١) المرجع السابق، ص: ١٢ب، ١٣أ .

(٢) سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٦٨.

(٣) محمد واصل الظاهر: نظرية التوازى وأثر العرب فيها، (مقال ضمن مجلة المجمع العلمى العراقى، المجلد الخامس)، مطبعة المجمع العربى العراقى، بغداد، ١٩٥٨م، ص: ١٤٤.

(٤) إقليدس: أصول الهندسة، ص: ١٧أ .

(٥) سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٦٨.

منها نحو الآخر باستمرار دون أن يلتقيا أبـدًا. فلابـد -إذن- مـن البرهنـة علـى أن الخطوط المستقيمة ليست من ذلك النوع. ومن ثـم فالمصـادرة الخامسـة هـى مجـرد فرض راجح الصدق؛ ولكن لما كان رجحـان الصـدق لايكفـى للإقنـاع فـى علـم الهندسة، فلا مفر من البرهنة عليها[1].

ولهذا اتجه تفكير الرياضيين -المتقدمين منهم والمتأخرين -فى اتجاهين، أحدهمـا: إعطاء تعريف آخر للتوازى -كما سبق أن ذكرنـا- يكـون سـهل التحقيـق، والثـانى: اعتبـار المصـادرة الخامسـة قضية هندسية تتطلب برهانًـا، ثـم برهنتهـا استنتاجًا مـن المصادرات الأربع السابقة، وما بنى عليها من قضايا هندسية مبرهنة[2].

ويعتقد كل من روزنفيلد ويوشكفيتش من خـلال روايـة أرسـطو، أن هنـاك بعض الجهود لعلماء معاصرين له فى البرهنة على هذه أو تلك من القضايا المكافئـة للمصادرة الخامسة، كما يؤكدان أن أرسطو نفسه قد قدَّم عرضًا خاصًـا لإحـدى هذه القضايا[3]. فقد ذهب أرسـطو فـى البرهـان علـى التـوازى إلى افـتراض خـط مستقيم ما، وأن هناك خطوطًا مستقيمة أخرى تكون عمودية على ذلك المستقيم، وأن البرهنة على أن هذه الخطوط المتعامدة متوازية، تستنتج من أن الزوايا المعمولـة بهذه المستقيمات متساوية. ويعتقد أرسطو، هنا على خلاف ما يعتقده إقليـدس - ويرى- أن التوازى لايعتمد على أن هذه الزوايا متساوية لأنها زوايا قوائـم، وإنمـا لأنها متساوية الواحدة إلى الأخرى فقط[4].

وقد استعاض كل من بطلميوس (القرن الثانى الميلادى) وأبروقلوس (٤١٠-

---

(١) د.عبد الحميد صبره: برهان نصير الدين الطوسى على مصادرة إقليـدس الخامسـة، مجلـة كليـة الآداب، جامعة الإسكندرية، مطبعة جامعـة الإسـكندرية، المجلـد الثـالث عشـر، ١٩٥٩م، ص: ١٣٤،١٣٥.

(٢) سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٢٠، وانظر: صبره: برهان الطوسى، ص: ١٣٦.

(٣) بوريس أ. روزنفيلد، أدولف ب. يوشكفيتش: الهندسة، مقال ضمـن موسوعة تـاريخ العلـوم العربيـة، بإشراف: د.رشدى راشد، مركز دراسات الوحدة العربية، الطبعة الأولى، بـيروت، ١٩٩٧م، جـ٢، ص: ٥٩٤.

(٤) محمـد جلـوب فرحـان: تحليـل أرسـطو للعلـم البرهـانى، منشـورات وزارة الثقافـة والأعـلام، العـراق، ١٩٨٣م، ص: ١٢٥.

٤٨٥م) عن مصادرة إقليدس بمصادرة أخرى مكافئة. أما بطلميوس، فقد صاغ برهانه على مصادرة تنص على: أن أى خطين مستقيمين لايحصران بينهما سطحًا محدودًا. فإذا وقع خط على خطين فى سطح، فكانت الزاويتان الداخلتان فى كل من الجهتين متكاملتين، فلايمكن أن يلتقى الخطان، إذ لو التقيا فى تلك الجهة لوجب للسبب نفسه أن يلتقيا فى الجهة الأخرى، لأنهما ليسا فى آية جهة أقل توازيًا منهما فى الجهة الأخرى. وإذا التقيا فى الجهتين حصرا بينهما سطحًا مستويًا، وهذا محال(١).

وأما أبروقلوس، فقد اطلع على محاولة بطلميوس ولم يقتنع بها وأراد أن يأتى بأحسن منها. لذلك أراد أبروقلوس أن يتجنب هذه المصادرة بإعطاء تعريف جديد للتوازى، فعرّف المستقيمين المتوازيين بأنهما المستقيمان اللذان تكون الأبعاد بينهما متساوية. ولكنه لم يوفق لملاحظة أنه بهذه الخطوة قد حوّل الصعوبة من محل إلى آخر بدلاً من أن يحلها. ثم قام بمحاولة ثانية، فعرّف الموازى كمحل هندسى للنقاط التى تبعد بأبعاد متساوية عن مستقيم معلوم، إلا أنه فى هذه المرة أثار مشكلة جديدة إذ عليه الآن أن يثبت أن هذا المحل هو خط مستقيم. ولأنه لم يتمكن من إثبات ذلك، فقد سلّم هذه الخاصية من دون برهان(٢).

ولم تكن هذه المحاولات هى الأولى أو الأخيرة من نوعها، فقد حاول كل من بوسيدونيوس (بالقرن الثانى-الأول قبل الميلاد) (٣) وأغانيس وسنبليقيوس (بالقرنين الخامس والسادس) برهنة المصادرة الخامسة(٤). وقد استمرت المحاولات على هذا النحو فى العالم القديم، ثم انتقلت إلى العالم الإسلامى بعد ترجمة كتاب "الأصول" إلى اللغة العربية، ومنه انتقلت إلى العالم الأوروبى حيث استؤنفت فى القرن السابع عشر الميلادى(٥). ومن ثم فإن المصادرة الخامسة كانت أكثر من

---

(١) سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٦٩، ٧٠.

(٢) محمد واصل الظاهر: نظرية التوازى، ص: ١٥٠.

(٣) روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٥.

(٤) سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ١٣٤-١٤٢.

(٥) صبره: برهان الطوسى، ص: ١٣٥.

غيرها سببًا فى ضمان الخلود لكلمه إقليدى[1] ، فهى أشهر وأعمق همسة أُطلقت فى جوف تاريخ العلوم[2] .

(١) سارتون: العلم القديم والمدنية الحديثة، ص: ٦٣.

(٢) محمد واصل الظاهر: نظرية التوازى، ص: ١٦٠.

الفصل الثالث

كتاب الأصول لإقليدس

وانتقاله إلى العالم الإسلامى

لم تحدد لنا المصادر التاريخية الكيفية التى انتقل بها التراث الإغريقى من مدينة الإسكندرية إلى العالم الإسلامى. والثابت لديهم أنه بعد انهيار مدرسة الإسكندرية انتقل التراث الإغريقى إلى جنوب إيطاليا وبيزنطة[1]؛ ثم انتقل بعد ذلك إلى بغداد قلب الأمة الإسلامية عن طريق أنطاكية وحران[2].

والواقع أن معظم الدارسين يتفقون على أن المسلمين قد عرفوا شذرات من التراث الإغريقى السكندرى فى القرن الأول الهجرى أيام الخلافة الأموية[3]. إلا أن معرفة المسلمين الكاملة بهذا التراث كانت فى خلافة العباسيين (١٣٢-٦٥٦هـ)، وبخاصة كبار خلفائهم الثلاثة: المنصور (١٣٦-١٥٨هـ=٧٥٤-٧٧٥م)؛ والرشيد (١٧٠-١٩٣هـ=٧٨٩-٨٠٩م)؛ والمأمون (١٩٨-٢١٨هـ=٨١٣-٨٣٣م).

---

(١) لقد كان البيزنطيون يقيمون ستارًا شديدًا حول منابع التراث اليونانى المحفوظة لديهم حتى لايظفر المسلمون بهذه الكنوز المحفوظة فى خزائنهم. إلا أن المسلمين بذلوا كل ما فى وسعهم لجلب هذا التراث المحفوظ فى بيزنطة؛ وكانوا يدفعون فى سبيله مثاقيل من الذهب. (فرانتز روزنتال: مناهج العلماء المسلمين فى البحث العلمى، ترجمة: د.أنيس فريحة، مراجعة: د.وليد عرفات، دار الثقافة، الطبعة الرابعة، بيروت، ١٩٨٣م، ص:١٩٩).

(٢) انظر: ماكس مايرهوف: من الإسكندرية إلى بغداد، ضمن كتاب التراث اليونانى فى الحضارة الإسلامية، للدكتور عبد الرحمن بدوى، وكالة المطبوعات، دار القلم، الطبعة الرابعة، الكويت، بيروت، ١٩٨٠م، ص: ٣٧-١٠٠. ياقوت الحموى: معجم البلدان: دار صادر، بيروت، (بدون تاريخ)؛ جـ١، ص: ٢٦٦-٢٧٠. د.على سامى النشار: نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام، دار المعارف، الطبعة الثامنة، القاهرة، ١٩٨٠م، جـ٣، ص: ٣٣٨-٣٣٩.

(٣) انظر: د.عبد الله الدفاع: إسهام علماء العرب والمسلمين فى الكيمياء، مؤسسة الرسالة، الطبعة الثانية، بيروت، ١٩٨٥م، ص: ٨٣-١٠٠. د.محمد عبد الرحمن مرحبا: الجامع فى تاريخ العلوم عند العرب، منشورات عويدات والبحر المتوسط، الطبعة الثانية، بيروت-باريس، ١٩٨٨م، ص: ٢١٣، ٢١٤. دى لاسى أوليرى: الفكر العربى ومكانه فى التاريخ، ترجمة: د.تمام حسان؛ مراجعة: د.محمد مصطفى حلمى، المؤسسة المصرية العامة للتأليف والترجمة والطباعة والنشر. القاهرة، ١٩٦١م، ص:٩٧. ف.بارتولد: تاريخ الحضارة الإسلامية، ترجمة: حمزة طاهر، دار المعارف، الطبعة الخامسة ، القاهرة (بدون تاريخ)، ص: ٧١. د.ناجى معروف: أصالة الحضارة العربية، دار الثقافة، الطبعة الثالثة، بيروت، ١٩٧٥م، ص: ٤٣٣. ابن النديم: الفهرست، ص: ٤١٩.

ويكفى أن نقول: إن فترة حكم العباسيين تمثل عصرًا برّاقًا مليئًا بالازدهار، تميّز فيه الحكام برعايتهم العظيمة للعلم والمعرفة. وبفيض فضلهم وتحت تأثير تشجيعهم أسهم العلماء إسهامًا عظيمًا على طريق تقدم حضارة العالم. ولذلك، فإنه فى عهد بنى العباس ازدهرت الحركة الفلسفية والعلمية الكبرى، وشقت طريقها إلى "العصر الذهبى للإسلام"[1].

وعلى أية حال، يتفق غالبية الباحثين[2] على أن حركة الترجمة فى العالم الإسلامى، بدأت فى بداية العصر العباسي. وقد مرت الترجمة في هذا العصر بثلاثة أدوار: الأول: من خلافة المنصور إلى وفاة الرشيد (١٣٦-١٩٨هـ=٧٥٤-٨١٣م) ؛ والثانى: من ولاية المأمون حتى موت حبيش بن الأعسم (١٩٨-٣٠٠هـ= ٨١٣-٩١٥م)؛ والثالث: من سنة ٣٠٠هـ=٩١٥م إلى سنة ٣٥٠هـ=٩٦٥م .

ومهما قيل عن حركة الترجمة وأثرها فى مسيرة الحضارة الإسلامية، فإنها كانت بمثابة المقدمة المعرفية للنهوض الثقافى فى هذه الحضارة. ومن ثَمَّتَ أصبحت علوم اليونان فى الرياضيات والفلك والطب والجغرافيا والطبيعة والفلسفة. وغيرها ممهدة أمام طلاب العلم والعلماء العرب والمسلمين، مترجمة إلى اللغة العربية، ومليئة بالحواشى والتحقيقات والملاحظات والنقد. وكان من نتاج ذلك أن برز علماء عرب ومسلمون طوروا العلوم درسًا وشرحًا وتحقيقًا وتعليقًا . وبذلك مهدت الترجمة الطريق إلى التأليف والأبحاث العلمية .

---

(١) انظر: د.عبد الله الدفاع: إسهام علماء المسلمين فى الرياضيات، ترجمة: د.جلال شوقى، دار الشروق، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٨١م، ص: ٢٥. د.محمد البهى: الجانب الإلهى من التفكير الإسلامى، مكتبة وهبة، الطبعة السادسة، القاهرة، ١٩٨٢م. ص: ١٦٥.

(٢) انظر: د.محمد على أبو ريان: تاريخ الفكر الفلسفى فى الإسلام، دار المعرفة الجامعية، الطبعة الرابعة، الإسكندرية، ١٩٨٠م، ص: ٨٩-١٠٤. د.توفيق الطويل: فى تراثنا العربى الإسلامى، (عالم المعرفة)، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٨٥م، ص: ١٢٦-١٣٠. دافيد سانتلانا: المذاهب اليونانية الفلسفية فى العالم الإسلامى، تحقيق: د.جلال شرف، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٨١م . ص: ١٥٤-١٦٩.

انتقال كتاب الأصول إلى العالم الإسلامي:

تحت تأثير انتقال التراث العلمي الإغريقي من الإسكندرية إلى بغداد، امتد تأثير إقليدس إلى العالم الإسلامي من خلال مؤلفاته التي شملت الرياضيات والفلك والبصريات والميكانيكا والموسيقى. وقد اهتم العالم الإسلامي بدراسة هذه المؤلفات دراسة شاملة وافية.

ولما كان جل اهتمامنا في هذا الفصل ينحصر في بيان دراسة كتاب الأصول في العالم الإسلامي، فإن هذه الدراسة سوف تنقسم إلى قسمين على النحو التالي:

القسم الأول:

بدأ المسلمون ترجماتهم لمؤلفات إقليدس ابتداءً بكتاب الأصول، حيث ترجمه العالم الهندي يعقوب بن طارق[1] لأول مرة إلى اللغة العربية في عهد الخليفة أبي جعفر المنصور[2]. كما قام الحجاج بن يوسف بن مطر (١٦٠-٢٢٠هـ=٧٨٦-٨٣٥م) بترجمته بأمر هارون الرشيد وسُمِّي هذا النقل بالهاروني. ثم راجع ترجمته الأولى للخليفة المأمون، وسمِّي النقل الثاني لكتاب الأصول بالمأموني، وعليه يعوَّل لأن هذه الترجمة الثانية هي الترجمة المهذبة[3] .

---

(١) وهو يعقوب بن طارق. من أفاضل المنجمين؛ وله من الكتب: كتاب تقطيع كردجات الجيب؛ كتاب ما ارتفع من قوس نصف النهار؛ كتاب الزيج محلول في السند هند لدرجة درجة؛ كتاب علم الفلك، كتاب علم الدول (القفطي: أخبار العلماء، ص: ٢٤٧- ابن النديم: الفهرست، ص: ٣٣٦).

(٢) إبراهيم المسلم: إطلالة على علوم الأوائل، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٠م. ص: ١٠٤.

(٣) انظر: مرحبا: الجامع ...، ص: ٢٢٢. سارتون: تاريخ العلم، جـ٤، ص: ٩٩. الدفاع: إسهام علماء المسلمين في الرياضيات، ص: ١٠٩. ابن خلدون: المقدمة، دار القلم، الطبعة الخامسة، بيروت، ١٩٨٤م، ص: ٤٨٦. ألدوميلي: العلم عند العرب وأثره في تطور العلم العالمي، ترجمة: د.عبد الحليم النجار، محمد يوسف موسى، مراجعة: د.حسين فوزي، دار القلم، الطبعة الأولى، القاهرة، ١٩٦٢م، ص: ١٦٢. قدري طوقان: تراث العرب العلمي في الرياضيات والفلك، دار الشروق، بيروت، (بدون تاريخ)، ص: ٢١٥.

وقد راجع الترجمة الثانية للحجاج قسطا بن لوقا البعلبكي (ت ٢٣٩هـ=٨٥٤م)[1]. هذا ولم تشتمل ترجمة الحجاج لأصول إقليدس على المقالة العاشرة التي ترجمها فيما بعد سعيد الدمشقي[2]؛ وترجم معها شرح بابوس عليها ولايوجد من ذلك الشرح إلا هذه الترجمة العربية[3]. كما ترجم هلال أبي هلال الحمصي (ت ٢٧٠هـ=٨٨٣م) المقالات الأربع الأولى من كتاب الأصول لإقليدس[4]. وقام سهل بن رابان الطبري -وهو يهودي من أهل مرو التي كانت إحدى مراكز الثقافة الإغريقية في فارس بعد غزو الإسكندر لها -بترجمة مقالات أخرى. وقد قام الحجاج بن يوسف بمراجعة ترجمات سهل، كما راجعها فيما بعد محمد بن جابر بن سنان البتاني عام ٣١٤هـ=٩٢٩م[5].

وفي عهد الخليفة المأمون تفرغ العالم يحيى بن أبي منصور (ت٢١٨هـ=٨٣٣م) [6] للبحث في علوم الهندسة واستخراجها من الكتب باعتبارها مادة لها علوم مستقلة. وقد شارك تلاميذه أبناء موسى بن شاكر (محمد

---

(١) وهو يوناني الأصل ولكنه ولد ونشأ في بعلبك، فعرف بالبعلبكي. وقد دخل إلى بلاد الروم وحصل من تصانيفهم الكثيرة، وعاد إلى الشام واستدعى إلى العراق ليترجم الكتب. وكان البعلبكي معاصراً للكندي (المتوفى ٢٥٥هـ)، وثابت بن قرة (المتوفى ٢٨٨هـ). راجع: القفطي: أخبار العلماء، ص: ١٧٣، ١٧٤. ابن النديم: الفهرست، ص: ٣٥٣. صاعد الأندلسي: طبقات الأمم، المطبعة الكاثوليكية، نشرة الأب لويس شيخو اليسوعي، بيروت، ١٩٨٣م، ص: ٢٥٨. بروكلمان: تاريخ الأدب العربي، ترجمة: د.السيد يعقوب بكر، د.رمضان عبد التواب، دار المعارف، الطبعة الثانية، القاهرة، (بدون تاريخ)، جـ٤، ص: ٩٧-١٠٣. ابن جلجل: طبقات الأطباء والحكماء، تحقيق: فؤاد سيد، مؤسسة الرسالة، الطبعة الثانية، بيروت، ١٩٨٥م، ص: ٧٦. ابن أبي أصيبعة: عيون الأنباء في طبقات الأطباء، تحقيق: د.نزار رضا، مكتبة الحياة، بيروت، (بدون تاريخ)، ص: ٢٨٠، ٣٢٩-٣٣١.

(٢) وهو أبو عثمان سعيد بن يعقوب الدمشقي؛ أحد النقلة المجودين، كان منقطعًا إلى علي بن عيسى؛ وله من الكتب سوى ما نقل. (ابن النديم: الفهرست، ص: ٣٥٦) .

(٣) انظر: الدفاع: إسهام علماء المسلمين في الرياضيات، ص: ١٠٩. ألدوميلي: العلم عند العرب، ص: ٢١٢. طوقان: تراث العرب العلمي، ص: ٢١٢.

(٤) طوقان: تراث العرب العلمي، ص: ٢١٠.

(٥) د.يمنى طريف الخولي: بحوث في تاريخ العلوم عند العرب ، ص :٢٨ .

(٦) انظر ترجمته في الفهرست لابن النديم، ص: ١٦٦.

وأحمد والحسين) [1] فى هذه المهمة، حيث كونوا فريقًا كبيرًا من العلماء والمهتمين بهذه العلوم[2].

وإلى جانب هؤلاء لمع العديد من العلماء والفلاسفة فى سماء الترجمة، نذكر منهم من اهتم بترجمة كتاب الأصول لإقليدس، على النحو التالى:

إسحاق بن حنين (ت٢٩٨هـ=٩١١م)[3] :

وهو أبو يعقوب إسحق بن حنين؛ جارى أباه فى الفضل وصحة النقل من اللغة اليونانية والسريانية، وزاد على أبيه بإتقان العربية. ولذلك فهو شخصية رئيسة مهمة فى مدرسة حنين بن إسحاق[4]. ومن بين الكتب التى نقلها إسحاق إلى العربية كتاب "الأصول" وكتاب "المعطيات فى الهندسة" لإقليدس[5].

ثابت بن قرة (٢٨٨هـ=٩٠٢م):

وهو أبو الحسن ثابت بن قرة الحرانى، ولد بمدينة حران سنة (٢٢١هـ=٨٤٦م)؛ انتقل إلى بغداد والتحق بمدرسة أبناء موسى بن شاكر؛ حيث كان يقوم بترجمة مؤلفات العلماء الأوائل. وذلك أنه كان يجيد اللغة السريانية.واليونانية والعبرية[6]. وقد ساهم ثابت مساهمة فعالة فى علوم الهندسة

---

(١) انظر: القفطى: أخبار العلماء، ص: ٢٨٧.

(٢) إبراهيم المسلم: إطلالة، ص: ١٠٤، ١٠٥.

(٣) انظر: ترجمته ودوره فى حركة النقل فيما يلى: ابن النديم: الفهرست، ص :٣٥٦. ابن العبرى: تاريخ مختصر الدول، ص: ٢٥٢. القفطى: أخبار العلماء، ص: ٥٧. بروكلمان: تاريخ الأدب العربى؛ جـ٤، ص: ١١٥-١١٧.

(٤) انظر: ترجمته ودوره فى حركة النقل فيما يلى: ابن جلجل: طبقات الأطباء، ص: ٦٨-٧٢. الطويل: تراثنا العربى، ص: ١٢٦-١٣٠. د.ماهر عبد القادر: حنين ابن إسحق، دار النهضة العربية، بيروت، ١٩٨٧م، ص: ٣٣-٣٧. د.محمد غلاب: المعرفة عند مفكرى المسلمين، راجعه: عباس العقاد، د.زكى نجيب محمود، الدار المصرية للتأليف والترجمة، القاهرة، (بدون تاريخ). ص: ١٥٦-١٥٨.

(٥) انظر: مرحبا: الجامع، ص: ٢٢٦. طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٢١٢. د.ماهر عبد القادر: مقدمة فى تاريخ الطب، دار العلوم العربية، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٨٨م، ص:٣٠.

(٦) صاعد الأندلسى: طبقات الأمم، ص: ٢٧.

حتى لقب "بمهندس العرب"[1]. ولهذا فإن ثابت لم يترك شيئًا من مؤلفات إقليدس إلا وترجمه وأضاف إليه معلومات جديدة[2] .

وقد نقح ثابت بن قرة تنقيحًا دقيقًا ترجمة أصول إقليدس لإسحاق بن حنين؛ وهى أهم الترجمات العربية وأكثرها فائدة لأصول إقليدس؛ ويمكن الاستعانة بها فى بعض المواضع على إصلاح النص الغامض أحيانًا فى الأصل اليونانى[3].

ويشير على أحمد الشحات فى كتابه عن البيرونى أنه قام بترجمة كتاب الأصول لإقليدس إلى اللغة العربية[4] .

بمثل هذه الجهود الجبارة صنع العالم الإسلامى من صرح أصول الهندسة لإقليدس، وهو هيكل الرياضيات القديمة وعمادها وعمودها وعمدتها، والذى أهداه أدلارد الباثى Adelard of Bath فى القرن الثانى عشر الميلادى إلى الحضارة الغربية، ليكون فاتحة عهدها بالنهضة الرياضية وبالتالى العلمية. فقد استطاع أدلارد أن يترجم بمفرده الأجزاء الخمسة عشر التى يحتوى عليها كتاب الأصول، كما هى مطروحة فى الأصل العربى الذى ترجمه الحجاج بن يوسف مرتين -كما سبق أن ذكرنا- وقد اعتمدت أوروبا على ترجمة أدلارد طوال القرون الأربعة التالية[5]، حتى عثر الباحثون عام ١٥٨٣ على الأصل الإغريقى لأصول هندسة إقليدس[6] .

ويمكن القول: إن هذه الجهود الإسلامية حول نقل كتاب الأصول العربية وتعديله وتحريره من أخطاء النسَّاخ، قد انحصرت فى القرن السابع الهجرى فيما

---

(١) إبراهيم المسلم: إطلالة، ص: ٥٥.

(٢) الدفاع: العلوم البحتة فى الحضارة العربية والإسلامية، موسسة الرسالة، الطبعة الرابعة، بيروت، ١٩٨٧م، ص: ١٧٨.

(٣) انظر : ألدوميلى: العلم عند العرب، ص: ١٦٤. مرحبا: الجامع، ص: ٢٢٨.

(٤) د.عمر فروخ: عبقرية العرب فى العلم والفلسفة، المكتبة العلمية، الطبعة الثانية، بيروت، ١٩٥٢م، ص: ٤٩.

(٥) على أحمد الشحات: أبو الريحان البيرونى (حياته، مؤلفاته، أبحاثه العلمية)، تقديم: د.عبد الحليم منتصر، دار المعارف، القاهرة، ١٩٦٨م، ص: ١٣٠.

(٦) د.يمنى الخولى: بحوث فى تاريخ العلوم عند العرب، ص: ٢٧، ٢٨.

قام به نصير الدين الطوسى من تحرير أحيا به هذا المؤلف مرة أخرى .

تحرير أصول الهندسة لنصير الدين الطوسى[1]:

تعد النصوص العربية التى حررها الطوسى لكتاب الأصول لإقليدس، من أهم التحريرات لهذا الكتاب وأبعدها أثرًا فى تاريخ الفكر الرياضى. وفى هذا يقول د.عبد الحميد صبرة: "لاشك أن أهم هذه التحريرات وأبعدها أثرًا هو التحرير الذى وضعه الطوسى"[2] .

وقد فرغ الطوسى من تحرير هذا الكتاب فى ٢٢شعبان سنة ٦٤٦هـ، ويعنى هذا أنه قام بهذا التحرير فى أثناء وجوده فى قلاع الإسماعيليين. وقد جاء فى مقدمته: "الحمد لله منه الابتداء وإليه الانتهاء، وعنده حقائق الأنباء ؛ وبعد، فلما فرغت من تحرير المجسطى رأيت أن أحرر كتاب الأصول والحساب، والمنسوب إلى إقليدس الصورى بإيجاز غير مخل... وأضيف إليه ما يليق به مما استفدته من كتب أهل هذا العلم واستنبطته بقريحتى، وأفرز ما يوجد من أصل الكتاب فى نسختى الحجاج وثابت عن المزيد عليه، إما بالإشارة إلى ذلك أو باختلاف ألوان الأشكال وأرقامها.." [3].

وتوجد من هذا الكتاب النسخ الخطية التالية:

---

(١) تنسب معظم المصادر التاريخية هذا الكتاب للطوسى، راجع فى هذا ما يلى: طاش كبرى زادة: مفتاح السعادة ومصباح السيادة فى موضوعات العلوم ، دار الكتب العلمية ، الطبعة الأولى ، بيروت، ١٩٨٥م، جـ١، ص: ٣٤٨. الخوانسارى: روضات الجنات فى أحوال العلماء والسادات، تحقيق: أسد الله إسماعيليان، قم (بدون تاريخ)، جـ٦، ص: ٣٠٣. الزركلى: الأعلام، الطبعة الثانية، جـ٧، ص: ٢٥٧. حاجى خليفة: كشف الظنون عن أسامى الكتب والفنون، مكتبة المثنى، بغداد (بدون تاريخ)، ص: ١٣٧-١٣٩. كحالة: معجم المؤلفين، دار إحياء التراث العربى، بيروت، ١٩٥٧م، جـ١١، ص: ٢٠٧. عباس قمى: فوائد الرضوية فى أحوال المذاهب الجعفرية، ص: ٦١٠. د.رضا زادة شفق: تاريخ الأدب الفارسى، ترجمة: محمد موسى هنداوى، دار الفكر العربى، ١٩٤٧م، ص: ١٩٨.

(٢) ابن سينا: الشفاء (الفن الأول)، أصول الهندسة، تحقيق د.عبد الحميد صبرة، عبد الحميد لطفى مظهر، مراجعة وتصدير: د.يومى مدكور، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة ١٩٧٦م. ص:٨ .

(٣) انظر: إقليدس: أصول الهندسة، ص: ٢أ -ديفيد.أ.كنج: فهرس المخطوطات العلمية المحفوظة بدار الكتب المصرية، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٨١م، جـ٢، ص: ٨١٣.

- نسخة في مكتبة أيا صوفيا .

- نسخة في مكتبة المتحف العراقي في بغداد .

- نسخة في مكتبة مجلس الأمة الإيراني رقم ١٥٧هـ .

- نسخة في مكتبة كولومبيا كتبت سنة ٧٥١هـ .

- نسخة في مكتبة الأوقاف العامة ببغداد، ضمن مجموعة برقم ٥٤٣٩ .

- نسخة أخرى برقم ٦٢٨٦ .

- نسخة أخرى ضمن مجلد برقم ٥٤٩٠ .

- نسخة في مكتبة عباس العزاوي برقم ٤٣٨، وأخرى برقم ٥٧٣[1].

- نسخة في مكتبة مجلس شوراى ملى بطهران، برقم ١٥٧ .

- نسخة في مكتبة الواعظ الجرندابي في تبريز، بخط عبد الغني اليزدي في أصفهان، كتبت سنة ١٠٤٣هـ[2] .

- نسخة في مكتبة دار الكتب الوطنية بطهران كتبت سنة ٨٩٨هـ[3] .

- نسخة في مكتبة فخر الدين النصيري في طهران، كتبت سنة ٦٦٢هـ، وعليها حواشٍ بخط الطوسي، برقم ١٣١[4].

- نسخة في مكتبة كتبخانة ملى بطهران، برقم ١١٥٩/ع (رياضي-هندسة)، أوله "بسملة، رب يسر وتمم بالخير، فإني أفوض أمري إليك.." [5] .

- نسخة أخرى بمكتبة كتبخانة ملى بطهران، برقم ١١٨٣/ع (رياضي)[6].

---

(١) عباس العزاوي: تاريخ علم الفلك في العراق، المجمع العلمي العراقي، بغداد، ١٩٥٨م، ص: ٤٤.

(٢) انظر: د.حسين علي محفوظ: نفائس المخطوطات العربية في إيران، (ضمن مجلة معهد المخطوطات العربية، المجلد الثالث)، ١٩٥٧م، ص: ٩٠. العزاوي: تاريخ علم الفلك، ص:٤٥.

(٣) انظر: حسين علي محفوظ: نفائس المخطوطات، ص: ٩٠. العزاوي: تاريخ علم الفلك، ص:٤٥.

(٤) انظر: حسين علي محفوظ: نفائس المخطوطات، ص: ٩٠. العزاوي: تاريخ علم الفلك، ص: ٤٥.

(٥) سيد عبد الله أنوار: فهرست نسخ خطى كتبخانه ملى، إذ انتشارات كتبخانه ملى، طهران، ١٣٥٧هـ، ص: ١٤٧، ١٤٨ .

(٦) المرجع السابق: ص: ١٦٨، ١٦٩ .

- نسخة أخرى بمكتبة كتبخانة ملى بطهران، برقم ١١٨٥/ع (رياضى- هندسة)[1].

وتوجد فى دار الكتب المصرية عدة مخطوطات من هذا الكتاب، نذكرها فيما يلى[2]:

- نسخة برقم ١٠٩١ رياضة .
- نسخة بخط نسخي غير منقوط لحسن بن يوسف مطهر كتبت سنة ٦٧٣هـ ببغداد، برقم ٦٧١ رياضة .
- نسخة برقم (٢)، ضمن مجموعة برقم ٧٠٢رياضة .
- نسخة برقم ١٠٢٦رياضة، كتبت سنة ١٢٥٠هـ بخط نسخى مقروء لحسين محمد الملواتى .
- نسخة برقم ٨، كتبت ١١٠٠هـ بخط فارسي، وهى بمكتبة مصطفى فاضل، رياضة .
- نسخة برقم ٣٥ رياضة، كتبت سنة ١١١٩هـ بخط فارسى مقروء لمحمد بن محمود. وهذه النسخة بمكتبة -مصطفى فاضل.
- نسخة برقم ٣٦بمكتبة -مصطفى فاضل/رياضة، كتبت سنة ١١٢٢هـ، بخط فارسى مقروء لبازنجانى زاده .
- نسخة برقم ١٠٦بمكتبة -طلعت /رياضة، كتبت سنة ١٠٥٩هـ، بخط فارسى لعبدى بن ملاقنبر برسم ولى أفندى .
- نسخة برقم ١٠٧ بمكتبة -طلعت/رياضة، كتبت سنة ٧٨٩هـ، بخط فارسى .
- نسخة برقم (١) ضمن مجموعة برقم ١٢٥، بمكتبة طلعت/رياضة .
- نسخة برقم ١١٥، بمكتبة طلعت/ رياضة، كتبت سنة ١١٠٠هـ .

---

(١) المرجع السابق، ص: ١٧٥ .

(٢) فهرس المخطوطات العلمية، جـ١، ص: ٢٤٩، ٢٥٢، ٢٦٤، ٤٣٣، ٤٣٨، ٥٣٤، ٥٣٦، ٥٣٨، ٥٤٣ .

- نسخة برقم ١٥٢، بمكتبة طلعت/رياضة، كتبت سنة ١٠١٤هـ بدمشق، بخط محمد شريف بن يوسف البويكابى .

وتوجد على كتاب تحرير الأصول للطوسى شروح منها:

شرح المقالات الأربع الأولى من تحرير كتاب الأصول للطوسى:

وهذا شرح لأبى إسحاق، كتب سنة ١١٨٢هـ، بخط فارسى ردىء لمحمد المعروف بابن الخليفة الهالى، أوله :

"... الحمد لله الذى يتلألأ على صفحتى الليل والنهار ... أما بعد فطالما يدور فى خلدى ... أن أجمع من أصول الهندسة والحساب ما ينفع الناس من أعمال الزيج وأرصاد الأسطرلاب ... قال أفلاطون لايحضر فى المدرسة من لم يهذب ذهنه بالهندسة ... حتى إذا ما رأيت جزءًا من الزمان لحاضر .. أمرت أن أشرح تحرير كتاب إقليدس المنسوب إلى ...الطوسى ...فجاء الكتاب ... مجموعًا من لواقح الفكر ... وسميته بإلحاق أبى إسحق على قصور البضاعة وعدم الاستحقاق ..."[1] .

وتوجد نسخة فى دار الكتب المصرية برقم ١١٤، قوله -رياضة[2] .

شرح قاضى زاده الرومى :

وهو موسى بن محمد المعروف بـ "قاضى زاده الرومى"، وقد وصل الرومى بهذا الشرح إلى آخر المقالة السابعة، كتبت سنة ١٠٨٠هـ[3] .

وتوجد أيضًا على هذا الكتاب حواشٍ، منها:

حاشية الجرجانى:

وهى حاشية السيد الشريف الجرجانى، وتوجد منها نسخة كتبت سنة

---

(١) المرجع السابق، جـ٢، ص: ٨١٦ .

(٢) المرجع السابق، جـ١، ص: ٦٣٩ .

(٣) العزاوى: تاريخ علم الفلك، ص: ٤٤

١٣٠٨هـ، بدار الكتب برقم ٥٣٠ رياضة[1] أولها:

"...قوله المنسوب فى بعض شروح أشكال التأسيس، حكى أن بعض ملوك اليونان مال إلى تحصيل ذلك الكتاب، فاستصعب عليه حله فأخذ يتوسم أخبار الكتاب من كل وارد عليه، فأخبره بعضهم أن فى بلده صور رجلاً مبرزًا فى علم الهندسة والحساب، يقال له: إقليدس، فطلبه والتمس منه تهذيب الكتاب وترتيبه، فرتبه وهذبه فاشتهر باسمه بحيث إذا قيل كتاب إقليدس يفهم منه هذا الكتاب دون غيره. ومن الكتب المنسوبة إليه ثم نقل إلى العربية واشتهرت من الكتب المنسوبة نسختان إحداهما لثابت والأخرى للحجاج..."[2].

حاشية كمال الدين الأردبيلى:

وهو حسين بن شرف الدين عبد الحق الأردبيلى المتوفى عام ٩٥٠هـ=١٥٤٣. من المهرة فى المعقول والمنقول، ومن المعروفين فى الرياضيات والفلك والطب. له: حاشية على تحرير إقليدس فى الهندسة للطوسى[3].

وكذلك توجد على هذا الكتاب عدة تعليقات، منها:

تعليق على المقالة الثالثة عشر من تحرير كتاب الطوسى:

وهو لكمال الدين الحسين الفارسى، ومنه نسخة مخطوطة بدار الكتب برقم ١٥، ضمن مجموعة برقم ٨٩٨ رياضة[4].

أوله: "قال...كمال الملة والدين الحسين الفارسى...إنما قاله الحكيم ... نصير الدين الطوسى فى آخر المقالة الثالثة عشرة وقت أن لايتجاوز فيه زاويتين... إلى آخره، فى هذا القول نظر وذاك ..."[5].

---

(١) فهرس المخطوطات العلمية، جـ١، ص: ٢٤١.

(٢) المرجع السابق، جـ٢، ص: ٨١٥ .

(٣) الشيخ عبد الله نعمة: فلاسفة الشيعة (حياتهم وآراؤهم)، دار مكتبة الحياة، بيروت، (بدون تاريخ). ص: ٢٥٤ .

(٤) فهرس المخطوطات العلمية، جـ١، ص: ٢٦٠ .

(٥) المرجع السابق، جـ٢، ص: ٨١٥

وقد جعل الطوسى تحريره لكتاب إقليدس فى نسختين، إحداهما مطولة والأخرى مختصرة. أما النسخة المطولة، فقد قيل إنها لايوجد منها إلا مخطوط واحد تام وآخر ناقص فى فلورنسا. وتحتوى هذه النسخة على الثلاث عشرة مقالة التى يتألف من مجموعها كتاب الأصول لإقليدس[١]. وقد طبعت هذه النسخة بنصها العربى فى روما سنة ١٥٩٤م، وفى كلكتة سنة ١٨٢٤م. وطبعت فى فارس بدون تاريخ، وفى لندن سنة ١٦٥٧م، وبفاس على الحجر سنة ١٢٩٣هـ، وفى الأستانة سنة ١٢١٦هـ[٢]. وعن هذه النسخة لخص هيث فى كتابه عن "هندسة إقليدس" محاولة الطوسى للبرهنة على المصادرة الخامسة[٣].

وقد ترجمت إلى الإيطالية إحدى تحريرات الطوسى لأصول إقليدس فى الطبعة التالية[٤]: Euclidis Elementarum geometricormlibri Tredecim Roma, Extra jitione Nasiridini Tusini nunc primum arabic impressi, 1594 .

وتجدر الإشارة هنا إلى أن دراسات معظم الرياضيين الغربيين تؤكد أن هذه الطبعة قد نُسبت خطأً إلى نصير الدين الطوسى، فقد أشار كل من روزنفيلد ويوشكفيتش إلى أن المؤلِّف الحقيقى قد أكمل الكتاب فعلاً فى عام ٦٩٦هـ-١٢٩٨م، أى أربع وعشرين سنة من وفاة الطوسى ؛ وأن هذا المؤلف كان ينتمى إلى مدرسة الطوسى ، وكما يبدو كان واحدًا من آخر تلامذته. ومن الراجح لديهما أن هذا المؤلف هو ابن الطوسى، صدر الدين، الذى تولى مسئولية مرصد المراغة بعد وفاة والده، إلا أن النساخ الذين أعادوا كتابة المخطوط الأصلى أسقطوا سهوًا -بسبب الشهرة الكبيرة لنصير الدين الطوسى -الاسمين الأولين

---

(١) د.عبد الحميد صبرة: برهان نصير الدين الطوسى على مصادرة إقليدس الخامسة،ص: ١٤٠، ١٤١..
وقارن: د.أحمد سليم سعيدان: هندسة إقليدس فى أيدٍ عربية، ص: ٧٤ .

(٢) يوسف إليان سركيس: معجم المطبوعات العربية والمعربة، مكتبة الثقافة الدينية، القاهرة، بدون تاريخ، جـ١، ص: ١٢٥١.

(٣) Health, T.L: The Thirteen Books of Euclidis's Elements . New Yourk, Dover publications, 1956. Vol 1.p 208-210.

(٤) ألدومييلى: العلم عند العرب، ص: ٣٠٣ .

للمؤلف الحقيقى "صدر الدين ابن نصير الدين الطوسى". وبعد اقتناعهم بأن هذا المؤلف قد أكمل بعد وفاة الطوسى، أطلق العلماء عليه إجمالاً اسم "شرح إقليدس للطوسى المزعوم"[1] .

أما النسخة المختصرة المحفوظة فى دار الكتب المصرية[2]، فلم تحْظَ باهتمام الباحثين من العرب أو الغرب. وفى هذه النسخة يتبين تأثر الطوسى بالخيام من ناحية، وتأثيره فى جون واليس -الرياضى البريطانى- وفى ساكيرى- الرياضى الإيطالى الشهير- من ناحية أخرى[3]، كما سوف نشير .

تحرير أصول الهندسة لمحيى الدين المغربى:

وهو أبو شكر يحيى بن محمد بن أبى الشكر بن حميد المغربى، التونسى. كان من أصحاب الملك الناصر الأصغر يوسف الأيوبى ملك دمشق وحلب. وقد انضم محيى الدين فى سنة ٦٥٨هـ إلى هيئة علماء مرصد المراغة فرارًا من بطش هولاكو، وذلك عندما علم أنه رجل عارف بعلم السماء والكواكب والتنجيم[4]. وتوفى محيى الدين فى الفترة بين سنة ٦٨٠-٦٩٠هـ/١٢٨١-١٢٩١م[5] .

ويذكر بروكلمان أن محيى الدين المغربى قام بتحرير كتاب الأصول لإقليدس، ويشير إلى وجود نسخة خطية له بمكتبة آيا صوفيا رقم ١٧١٩[6]. كما أن هناك نسخة خطية أخرى بمكتبة البودليان بأكسفورد رقم ٥٧٤٤٠. وقد تمكن محيى الدين فى هذا التحرير من برهنة المصادرة الخامسة لإقليدس، كما سوف نشير .

---

(١) بوريس أ.روزنفيلد، أدولف ب.يوشكفيتش: الهندسة، جـ٢، ص: ٥٩٢، ٥٩٣ .

(٢) تجدر الإشارة هنا إلى أننا نقوم بتحقيق هذه النسخة على ما توفر لنا من النسخ الخطية فى دار الكتب المصرية .

(٣) د.أحمد سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٧٥ .

(٤) ابن العبرى: مختصر تاريخ الدول، ص: ٤٨٩، ٤٩٠ .

(٥) كارل بروكلمان: تاريخ الأدب العربى، ترجمة: د.محمود فهمى حجازى (المشرف على ترجمة الكتاب)، القاهرة، ١٩٩٥م، القسم الخامس، ص: ١٨٦، ١٨٧ .

(٦) المرجع السابق، ص: ١٨٨ .

القسم الثانى:

كَتَبَ العلماء المسلمون شروحات وتعليقات كثيرة على كتاب الأصول لإقليدس، كما كتبوا مختصرات وتفسيرات لهذا الكتاب، وسوف نشير إلى ذلك على النحو التالى:

ابن راهويه الأرجانى (ت ٢٣٨هـ=٨٥٤م)[١]

له تفسير المقالة العاشرة من كتاب الأصول لإقليدس .

قسطا البعلبكى (ت ٢٣٩هـ=٨٥٤م)[٢]

اهتم بعلوم الهندسة اهتمامًا شديدًا، وله فيها: كتاب المدخل إلى علم الهندسة، وكتاب شكوك كتاب إقليدس، ورسالة فى استخراج مسائل عددية من المقالة الثالثة من كتاب إقليدس .

الكندى (ت ٢٥٢هـ=٨٦٧م) :

لقد حدد الكندى بشكل علمى جديد الهندسة بوصفها علمًا مستقلاً، كما علق تعليقًا واضحًا على كتاب "أغراض كتاب إقليدس"[٣] ويذكر كل من القفطى وابن النديم وابن أبى أصيبعة، أن الكندى له مؤلفات كثيرة فى الهندسة والفلك والبصريات، منها: كتاب إقليدس؛ وكتاب إصلاح إقليدس؛ وكتاب فى إصلاح المقالتين لرابعة عشرة والخامسة عشرة من كتاب إقليدس[٤].

---

(١) انظر: طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ,٢١٠ حكمت نجيب عبد الرحمن: دراسات فى تاريخ العلوم عند العرب، منشورات جامعة الموصل، دمشق ، (بدون تاريخ)، دمشق. ص: ١٥٦.

(٢) طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٢٠٩ .

(٣) انظر: إبراهيم السلم: إطلالة، ص: ١١٠، ١١١. الدفاع: العلوم البحتة، ص: ٧٤، ٧٥. سارتون: تاريخ العلم، حـ٤، ص: ٩٩.

(٤) انظر: إبراهيم المسلم: إطلالة، ص: ١١٠، ١١١. الدفاع: العلوم البحتة، ص: ٧٤، ٧٥. سارتون: تاريخ العلم، حـ٤، ص: ٩٩.

أحمد بن عمر الكرابيسى[1]:

وهو من أفاضل المهندسين وعلماء العدد، كان على قيد الحياة فى القرن الثالث الهجرى؛ وله كتاب شرح إقليدس، وكتاب تفسير إقليدس .

ثابت بن قرة (ت ٢٨٨هـ=٩٠٢م) :

ينسب لثابت أنه شرح وعلق على الكثير من مؤلفات إقليدس، منها: كتاب فى أشكال إقليدس؛ وكتاب المدخل إلى إقليدس؛ وكتاب المختصر فى الهندسة؛ وشرح وتعليق على كتاب الأصول لإقليدس؛ ورسالة عن أصول الهندسة لإقليدس؛ وكتاب شرح المعطيات فى الهندسة لإقليدس[2] .

محمد الماهانى :

وهو محمد عيسى أبو عبد الله الماهانى الذى ظهر فى بغداد فى القرن الثالث الهجرى؛ وينسب له شروح على الكتابين الخامس والعاشر من كتاب الأصول لإقليدس[3] .

أبو العباس النيريزى (ت ٣١٠هـ=٩٢٢م) :

وهو أبو العباس، الفضل بن حاتم النيريزى، أصله من نيريز قرب شيراز، إلا أنه عاش فى بغداد. وقد ظهر فى أيام المعتضد بالله (٢٧٩-٢٨٩هـ)، وتوفى سنة ٣١٠هـ. وهو فلكى ينسب له شرح لكتاب بطلميوس، وكتب فلكية وأزياج، وكتاب للمعتضد فى أحداث الجو. وقد فقدت هذه الكتب وبقى له:

١-رسالة قيصرة بورقتين فى بيان المصادرة المشهورة.

---

(١) انظر: القفطى: أخبار العلماء، ص: ٢٤٣. ابن النديم: الفهرست، ص: ٣١٧. ابن أبى أصيبعة: طبقات الأطباء، ص: ٢٨٩-٢٩٣ .

(٢) انظر: إبراهيم المسلم: إطلالة، ص : ٥٤-٦١، ١١٠ ، ١١١. طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ١٩٧. الدفاع: إسهام العلماء المسلمين فى الرياضيات، ص: ١٠٥، ١٠٧ .

(٣) طوقان: تراث العرب العلمى ، ص: ١٧٧ .

٢-كتاب شرح الأصول لإقليدس[١].

وقد اعتمد النيريزى فى هذا الشرح على ترجمة الحجاج بن يوسف اعتمادًا كليًا. ويحتوى هذا الشرح على الأجزاء الستة من أصول إقليدس، وهو يتألف معظمه من إضافات عن رياضيين لم تصلنا عنهم أية نصوص[٢]. وقد نشر هذا الشرح لأول مرة فى[٣]:

Codex Leidensis 399, L.Euclidis Elmenta exinterprelatione al-Hadschd-schadschiicum commentariis al-Nairizzi, Arabice et latine ediderunt R.A. Testhorn, J.L.Heiberg, G.Junge, J.Raeder, W.thomson, Copnhagen 1893, 1900,1910, 1932.

وقد ترجم شرح النيريزى إلى اللاتينية فى القرن الثانى عشر الميلادى، بقلم جيرارد الكريمونى. وقام بنشرها كورتزه فى ليبزج عام ١٨٩٩م فى صورة ملحق لكتاب إقليدس. وهذه الترجمة كانت موضوع اهتمام الباحثين الغربيين، لأن النيريزى يقتبس فيها عبارات من كتب مفقودة لهيرون وسنبليقيوس وأجانيس. وقد أصبح الآن الحصول على هذه الترجمة متعذرًا إن لم يكن مستحيلاً[٤].

أبو بكر زكريا الرازى (ت ٣٢٠هـ=٩٣٢م) :

استطاع الرازى أن ينقض أشكالاً من كتاب إقليدس فى المناظر، وذلك ضمن كتابه فى كيفية الإبصار. كما ألف فى الهندسة كتاب "الرد على من استقل بفصول الهندسة"[٥].

---

(١) انظر: سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٢٩، ٣٠. القفطى: أخبار العلماء، ص: ١٦٨. ابن النديم: الفهرست، ص: ٣٣٧، ٣٣٨.

(٢) انظر: ألدوميلى: العلم عند العرب، ص: ١٦٢. سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٢٨. طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٢٣٨. حكمت نجيب: دراسات فى تاريخ العلوم، ص:١٥٧.

(٣) ألدوميلى: العلم عند العرب، ص: ١٦٢.

(٤) انظر: سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٣٠. ألدوميلى: العلم عند العرب، ص: ١٦٢.

(٥) انظر: طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٢٢٢. القفطى: أخبار العلماء، ص: ١٧٩. ابن النديم: الفهرست، ص: ٣٥٧.

أحمد العمرانى الموصلى (ت٣٤٤=٩٥٥م):

وهو على بن أحمد العمرانى الموصلى؛ اهتم بدراسة أعمال إقليدس خاصةً كتابه أصول الهندسة[١]. يقول ابن النديم: "رأيت المقالة العاشرة من كتاب إقليدس بالموصل في خزانة على بن أحمد العمرانى، وأحد غلمانه أبو الصقر القبيصى. وقد كان فاضلاً جمّاعة للكتب، ويقصده الناس من المواضع البعيدة للقراءة عليه"[٢].

أبو جعفر الخازن (ت بين ٣٥٠هـ، ٣٦١هـ=٩٦١، ٩٧١م):

له شرح للمقالة العاشرة من كتاب الأصول لإقليدس[٣]؛ وهذا الشرح موجود في إحدى مكتبات الآستانة[٤].

أبو سهل الكوهى[٥] :

له كتاب الأصول على نحو كتاب إقليدس .

أبو القاسم الأنطاكى[٦] :

له كتاب شرح المشكل من كتاب إقليدس.

ابن وهب[٧] :

له كتاب شرح المشكل من كتاب إقليدس فى النسبة .

القاضى النسوى (ت ٤٢٢هـ=١٠٣٠م)[٨]:

له كتاب عن "تجريد إقليدس" .

---

(١) انظر: إبراهيم المسلم: إطلالة، ص: ٦٩، ٧٠، ١١١. القفطى: أخبار العلماء، ص: ١٥٦.

(٢) ابن النديم: الفهرست، ٣٢٥، ٣٤١.

(٣) انظر: القفطى: أخبار العلماء، ص: ٢٥٩. ابن النديم: الفهرست، ص: ٣٤١. ألدوميلى: العلم عند العرب، ص: ٢١٢. حكمت نجيب: دراسات فى تاريخ العلوم ، ص: ١٦٠.

(٤) طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٢٤٠ .

(٥) انظر: ابن النديم، الفهرست، ص: ٣٤١. طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٢٥١.

(٦) انظر: القفطى: أخبار العلماء، ص: ١٥٧. ابن النديم: الفهرست، ص: ٣٤٢. طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٢٥٥. إبراهيم المسلم: إطلالة، ص: ٧٠، ٧١، ١١٢.

(٧) انظر: طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٢٦٢. حكمت نجيب: دراسات فى تاريخ العلوم، ص: ١٦١.

(٨) طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٢٩٣.

أبو القاسم بن السمح المهرى (ت ٤٢٦هـ=١٠٣٤م)[١]:

له كتاب المدخل إلى الهندسة فى تفسير كتاب إقليدس.

ابن سينا (ت ٤٢٨هـ=١٠٣٦)[٢]:

له كتاب مختصر إقليدس .

ابن الهيثم (ت ٤٣٠هـ=١٠٣٩م) :

يعد ابن الهيثم واحدًا من أبرز علماء الرياضيات، وواحدًا من أعظم الباحثين فى علم الضوء فى كل العصور. قد كتب ابن الهيثم تعليقات وشروحات على أعمال إقليدس؛ كما حاول إزالة بعض الشكوك على مصادرات إقليدس. وترجع شهرته إلى كتابه فى الضوء، ذلك الكتاب الذى نقد فيه كُلاً من إقليدس وبطلميوس فى كتابيهما عن الضوء[٣].وقد ألف ابن الهيثم الكثير من المؤلفات فى مختلف المجالات، إلا أننا سوف نذكر منها ما يخص الهندسة فقط، وذلك على النحو التالى[٤]:

١-كتاب شرح أصول إقليدس فى الهندسة والعدد .

٢-كتاب المختصر فى علم هندسة إقليدس .

٣-كتاب مسألة هندسية شرح قانون إقليدس .

٤-كتاب فى تحليل المسائل الهندسية: وهو مستخرج من مؤلفات إقليدس وأبولونيوس .

---

(١) انظر: طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٣٣٦. حكمت نجيب: دراسات فى تاريخ العلوم، ص: ١٦٣.

(٢) انظر: الدفاع: العلوم البحتة، ص: ١٣٧. طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٣٣٣. حكمت نجيب: دراسات فى تاريخ العلوم، ص: ١٦٢.

(٣) الدفاع: إسهام العلماء المسلمين فى الرياضيات، ص: ٩٢.

(٤) انظر: إبراهيم المسلم: إطلالة، ص: ٧١-٧٨، ١١٤، ١١٥. الدفاع: إسهام العلماء المسلمين فى الرياضيات، ص: ١٠٥.

٥-كتاب حل الشك حول إقليدس بالنسبة للمقالة الخامسة .

٦-كتاب حل الشك حول إقليدس بالنسبة للمقالة الثانية عشرة .

٧-كتاب في قسمة المقدارين المختلفين المذكورين في الشكل الأول في المقالة العاشرة من كتاب إقليدس، (نظرية الاستفاذ أو إفناء الفرق).

٨-كتاب في شرح مصادرات كتاب إقليدس .

أبو حاتم الأسفزارى (ت ٤٨٠هـ=١٠٨٧م):

وهو أبو حاتم المظفر بن إسماعيل الأسفزارى، نشأ فى مدينة اسفزار من نواحي سجستان من جهة هرات، وتوفى نحو ٤٨٠هـ. كان من طبيعيّ المسلمين؛ ومن الذين اشتغلوا مع الخيّام بالعلوم الرياضية. وقد اختصر الأسفزارى هندسة إقليدس بكتاب سماه: "اختصار لأصول إقليدس"[١] .

ابن الصلاح (ت نيف و ٥٤٠هـ=١١٤٥م) :

وهو نجم الدين أبو الفتوح أحمد بن محمد السرى، يعرف بابن الصلاح. أصله من همذان سكن في بغداد، وتوفى فى دمشق سنة نيف و٥٤٠هـ. وقد ألف كتاباً بعنوان "المقالات السبع" يحتوى على سبع مقالات من بينها ثلاث مقالات تخص هندسة إقليدس، وهى:

المقالة الثالثة: وهى جواب فى برهان مسألة مضافة إلى المقالة السابعة من كتاب إقليدس فى الأصول .

المقالة الرابعة: فى الرد على ابن الهيثم فيما وهم فيه من شكوك إقليدس .

المقالة الخامسة: فى كشف الشبهة عن الشكل الرابع عشر من المقالة الثانية عشرة من كتاب إقليدس فى الأصول .

---

(١) انظر: طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٣٥٨. حكمت نجيب: دراسات فى تاريخ العلوم، ص: ١٦٣.

شمس الدين السمرقندى (ت ٦٠٠هـ =١٢٠٣م):

وهو شمس الدين محمد بن أشرف السمرقندى، المتوفى حوالى سنة ٦٠٠هـ؛ ألف فى الهندسة كتابًا بعنوان: "أشكال التأسيس فى الهندسة"، وهو خمسة وثلاثون شكلاً من كتاب إقليدس. وقد شرحه العلامة موسى بن محمد المعروف (بقاضى زادة الرومى) سنة ٨١٥هـ=١٤١٢م بسمرقند، وهو شرح ممزوج لطيف وعليه تعليقات؛ منها حاشية تلميذه أبى الفتح محمد بن سعيد الحسينى المعروف (بتاج السعيدى)، وهى شرح مفيد. وحاشية أخرى لفصيح الدين محمد، علقها سنة ٨٧٩هـ=١٤٧٤م للأمير على شير الوزير، وعلى أوائله تعليق لقاضى زادة أيضًا[١].

نجم الدين ابن اللبودى (ت ٦٧٠هـ=١٢٧١م):

وهو نجم الدين أبو زكريا يحيى بن محمد بن عبدان بن عبد الواحد، ويعرف بالصاحب ابن اللبودى. ولد فى حلب سنة ٦٠٧هـ=١٢١٠م؛ تنقل بين حمص ومصر والإسكندرية؛ وتوفى سنة ٦٧٠=١٢٧١م. وله من مؤلفات هندسية ما يلى: كتاب مختصر كتاب إقليدس؛ وكتاب مختصر مصادرات إقليدس[٢].

ومهما قيل عن أهمية دور العلماء العرب فيما كتبوا من شروحات وتعليقات وتفسيرات كثيرة عن كتاب الأصول لإقليدس، فإن هذا الأمر جعلهم على مقدرة فائقة من نقد محتويات هذا الكتاب. وبالتالى استطاعوا إزالة ما يثار حول موضوعاته أو براهينه أو تعريفاته ومصادراته من شكوك. وقد كانت المصادرة الخامسة الخاصة بالتوازى مثالاً واضحًا على ذلك. فما دور العلماء العرب فى حل إشكالية التوازى أو الخطوط المتوازية؟

---

(١) حكمت نجيب: دراسات فى تاريخ العلوم، ص: ١٦٣ .

(٢) انظر: طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٤٠٣. حكمت نجيب: دراسات فى تاريخ العلوم، ص: ١٦٣.

الفصل الرابع

العلماء العرب وموقفهم من المصادرة الخامسة
فى القرنين الثانى والثالث الهجريين

لقد شغلت مصادرة إقليدس عن الخطوط المتوازية تفكير علماء الرياضيات منذ عام ٣٠٠ق.م، وحتى أواخر القرن التاسع عشر الميلادى. فقد حاول علماء الإغريق الرياضيين البرهنة على هذه المصادرة دون جدوى -كما سبق أن ذكرنا- ثم جاء علماء العرب والمسلمون وتابعوا البحث فى هذه المصادرة، حيث ساهموا بجهود جبارة لإثبات هذه المصادرة أو استبدالها بمصادرة أخرى تكون أكثر بيانًا وظهورًا. وقد أدت هذه الجهود فى القرنين الثامن عشر والتاسع عشر الميلاديين إلى ظهور الهندسات اللاإقليدية. وسوف نتناول هنا هذه الجهود فى القرنين الثانى والثالث الهجريين بشئ من التفصيل، وذلك على النحو التالى:

١-العباس بن سعيد الجوهرى (القرن الثانى وبداية الثالث الهجرى)(١):

يعد الجوهرى أول من سجل مأخذًا على المصادرة الخامسة، ففى كتابه "إصلاح كتاب الأصول" اقترح برهانًا لمصادرة إقليدس عن التوازى، أخذ فيه بالمفهوم الإقليدى للمتوازيات. وقد اعتمد الجوهرى فى برهانه على فرضية ضمنية معادلة للمصادرة التى يجب إثباتها، وهى: "كل خطين مختلفين فُصل من الأطول نصفه، وفصل من نصفه نصفه كذلك مرارًا كثيرة؛ وزيد على الأقصر ضعفه، وعلى ما اجتمع ضعفه كذلك مرارًا كثيرة. فلابدَّ أن يبقى من أنصاف الخط الأطول ما هو أقصر من أضعاف الخط الأقصر"(٢).

أما فيما يختص ببرهان الجوهرى على المصادرة الخامسة، فهو يتضمن

---

(١) هو العباس بن سعيد الجوهرى (ظهر حوالى ٢١٥هـ=٨٣٠م)، كان الجوهرى من أوائل الذين رصدوا فى الإسلام، خبيرًا بصناعة التسيير وحساب الفلك، ومن الذين ندبهم المأمون للرصد بالشماسية فى بغداد؛ وكذلك أجرى بعض الأرصاد فى دمشق. وقد ألف فى مواضع بعض الكواكب السيارة والنيرين زيجًا مشهورًا، واشتغل بالهندسة وله فيها: تفسير إقليدس، وكتاب الأشكال التى زادها فى المقالة الأولى من إقليدس. (طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٢١٣).

(٢) نصير الدين الطوسى: الرسالة الشافية عن الشك فى الخطوط المتوازية (ضمن رسائل الطوسى-الجزء الثانى)، دائرة المعارف العثمانية، الطبعة الأولى، حيدر آباد الدكن، ١٣٥٩هـ، ص:١٨.

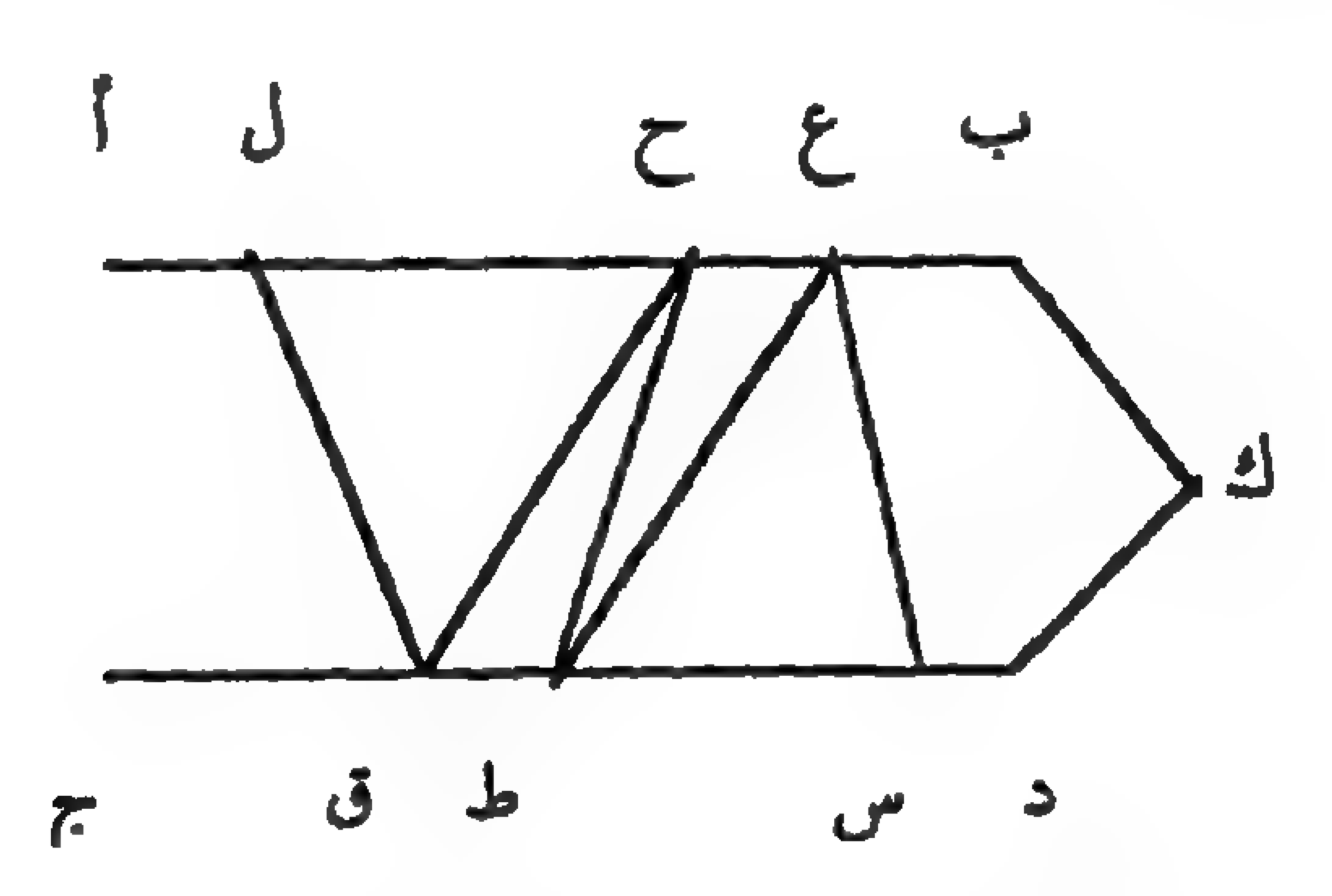
الأشكال الآتية[1]:

الشكل الأول[2]:

إذ وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين مثل خط ح ط وقع على خطى أب، جـ د فتصير زاويتا أ ح ط ، ح ط د متساويتين، فإن خطى أب، جـ د متوزايان، وإذا كانا متوازيين فبعد كل نقطة من خط أب من كل نقطة من خط جـ د النظيرة لها بعد واحد أبدًا. أعنى أن بعد النقطة الأولى من خط أب من النقطة الأولى من خط جـ د، كبعد النقطة الثانية من خط أب من النقطة الثانية من خط جـ د. وكذلك بعد النقطة الثالثة من الثالثة وبعد الرابعة؛ من الرابعة. والزاويتان يقال لهما المتبادلتان.

برهانه :

إن خطى أب، جـ د إذا أخرجا فى الجهتين لم يلتقيا فإن كانا يلتقيان فليلتقيا على نقطة ك. فتصير زاوية أ ح ط الخارجة عن مثلث ح ط ك مثل زاوية ح ط ك الداخلة، وهو خلف .



وكذلك نبين أنهما لايلتقيان فى الجهة الأخرى؛ فخطا أب، جـ د متوازيان؛

---

(١) انظر المصدر السابق، ص: ١٨-٢٤. وانظر أيضًا: د.خليل جاويش: نظرية المتوازيات فى الهندسة الإسلامية (تحقيق)، المؤسسة الوطنية للترجمة والتحقيق والدراسات (بيت الحكمة)، تونس، ١٩٨٨م، ص: ٤٣-٥١.

(٢) وهو الشكل الثامن والعشرون فى نسخة الجوهرى الموافق الشكل السابع والعشرون من نسخة إقليدس؛ وهذا الفرق يرجع إلى أن الجوهرى قد أتى بشكل جديد بعد الشكل الثالث عشر من أصول إقليدس. (انظر: الطوسى: الرسالة الشافية، ص: ١٨) .

فإن بعد كل نقطة من خط أب من كل نقطة من خط جـ د النظيرة لها بعد واحد.

برهانه:

إن زاويتى أ ح ط، ط ح ب مثل قائمتين. وزاويتا جـ ط ح، ح ط د مثل قائمتين. وزاوية أ ح ط فرضت مثل ح ط د. فبقيت زاوية ط ح ب مثل زاوية ح ط جـ .

ونفصل ط ق، ح ع متساويين ونخرج خطى ق ح، ع ط. فخطا ع ح، ح ط مثل خطى ق ط، ط ح وزاوية ط ح ع فرضت مثل زاوية ق ط ح؛ فقاعدة ع ط مثل قاعدة ح ق، وكل زاوية مثل نظيرتها؛ فزاوية ح ط ع مثل زاوية ط ح ق.

ونفصل ح ل مثل ط س، ونخرج خطى س ع، ل ق؛ فخطا ل ح، ح ق مثل خطى س ط، ط ع. وقد بينا أن زاوية ل ح ق مثل زاوية س ط ع؛ فقاعدة ل ق مثل قاعدة س ع . وع ح فصل مثل ط ق، و ح ل مثل س ط، و ع ل مثل س ق. فبعد نقطة ل من نقطة ق النظيرة لها كبعد نقطة ع من نقطة س النظيرة لها.

وعلى هذا المثال يُبيّن أن بعد كل نقطة من نظيرتها كبعد الأخرى من نظيرتها، وهو المطلوب إثباته .

الشكل الثانى[1]:

كل مثلث يُقطع ضلعان من أضلاعه كل واحد منهما بنصفين ويوصل بينهما بخط، فإن ضلع المثلث الباقى مثلاً ذلك الخط.

مثاله: أن مثلث أ ب جـ قُطع منه ضلعا أب، أ جـ كل واحد بنصفين على نقطتى هـ، ر؛ وأخرج خط هـ ر. فإن ب جـ مثلا هـ ر .

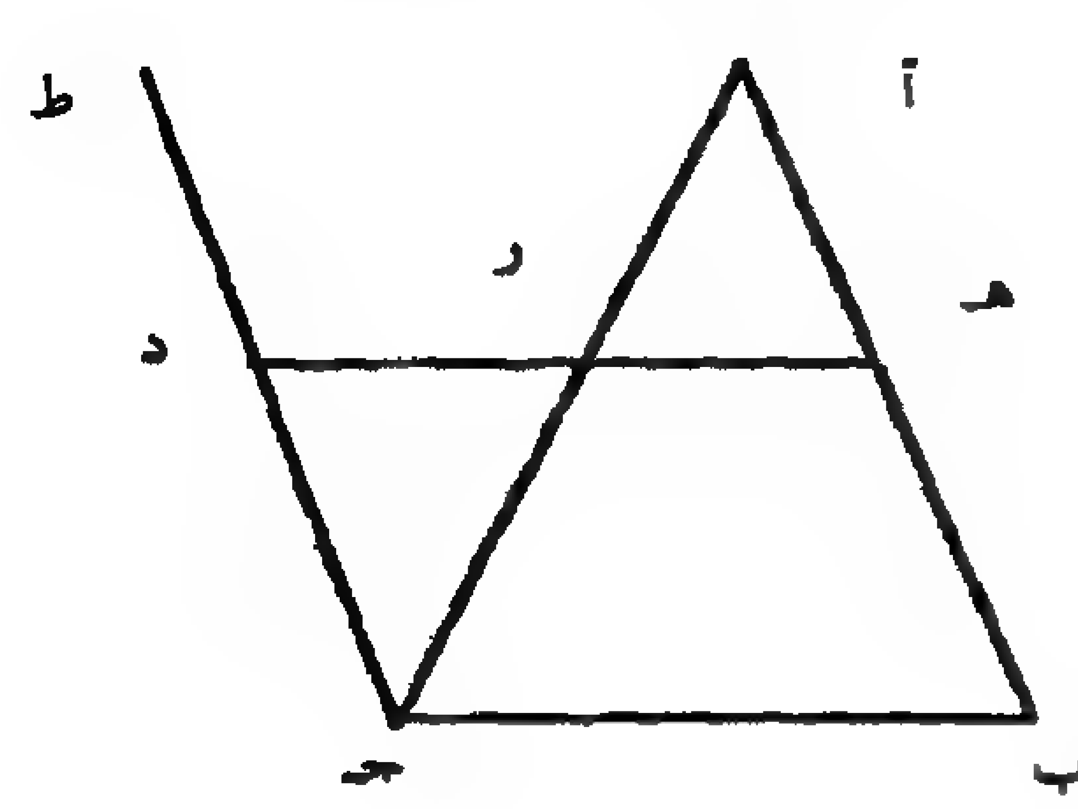
برهانه:

أن نقيم على نقطة جـ من خط أ جـ مثل زاوية أ، وهى زاوية أ جـ ط.

---

(١) أى الشكل الرابع والعشرون من نسخة الجوهرى الموافق الشكل الثالث والعشرون فى أصول إقليدس .

فخطا أب، ط جـ متوازيان. ونخرج هـ ر على استقامة إلى نقطة د. فزاويتا أرهـ، درجـ متقابلتان من تقاطع خطى أجـ، هـ د فهما متساويتان. وزاوية أ جـ ط عملت مثل زاوية أ، وضلع أ ر قسم مثل ضلع رجـ. فمثلثا أرهـ و ر جـ د متساويان، و هـ ر مثل ر د، و جـ د مثل هـ أ، وزاوية أ هـ ر مثل زاوية ردجـ .



وأهـ فصل مثل هـ ب، و هـ د مثلا هـ ر، وزاوية أ هـ ر قد بينا أنها مثل زاوية ردجـ، وهما المتبادلتان. فبعد كل نقطة من خط ب هـ من كل نقطة من خط جـ د النظيرة لها بعد واحد، لما بينا فى الشكل المتقدم. فـ هـ دمثل ب جـ، وهـ د قد بينا أنه مِثْلا هـ ر. وهو المطلوب إثباته .

الشكل الثالث[1]:

كل زاوية فإنه يمكن أن يخرج لها قواعد كثيرة لاتحصى .

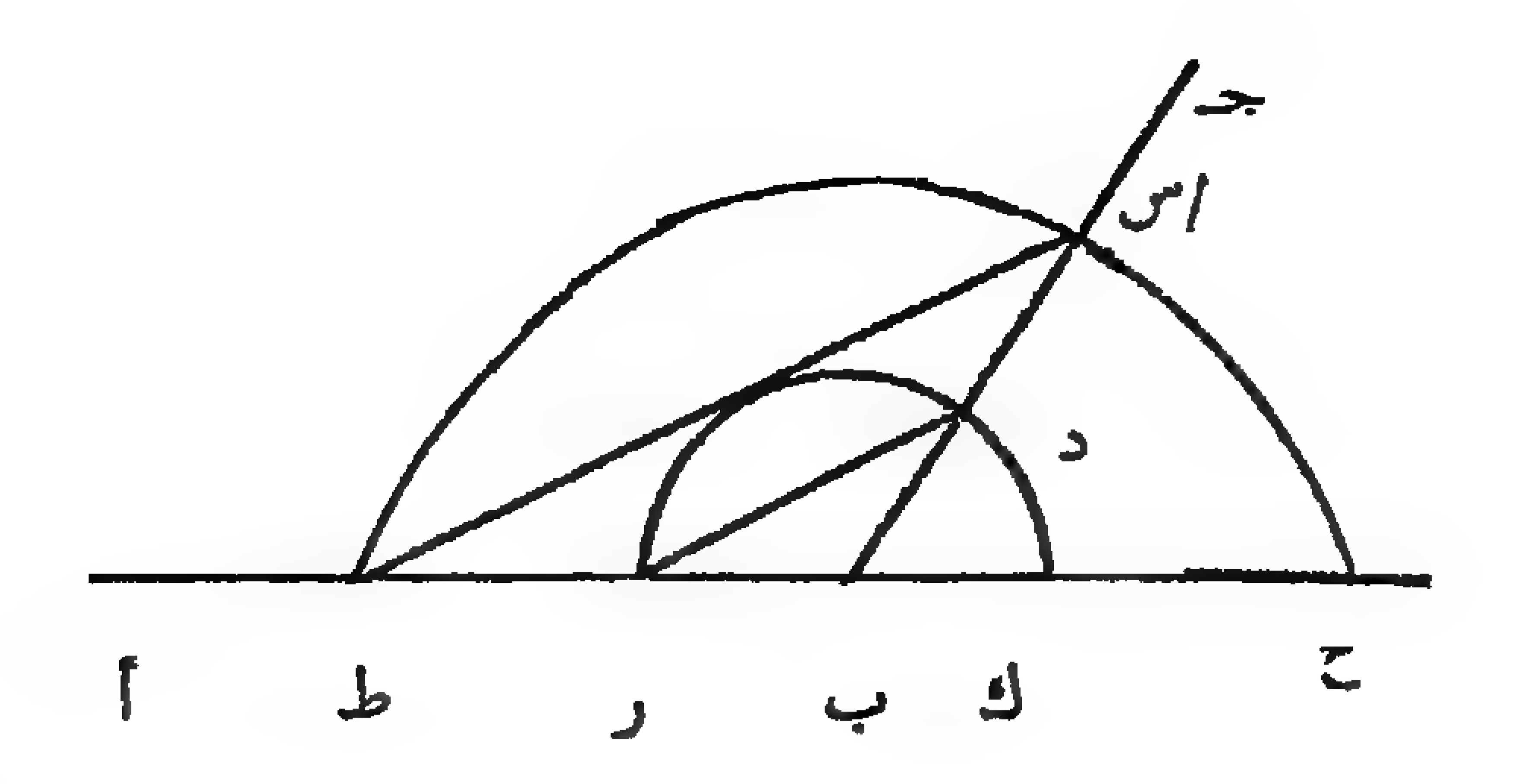
مثاله: أن نفرض زاوية أ ب جـ كيفما وقعت، فإنه قد يقع لزاوية أ ب جـ قواعد كثيرة لاتحصى .

برهانه:

أن نخرج خط أب على استقامة إلى نقطة هـ، فزاويتا أ ب جـ و جـ ب هـ مثل قائمتين، فزاوية أ ب جـ أقل من قائمتين بزاوية جـ ب هـ .

---

(١) وهو الشكل الثلاثون من نسخة الجوهرى، ولانظير له فى أصول إقليدس.



فنخط على مركز ب وببعد ب د نصف دائرة عليه ر د ك، فـ رك قطر ونقطتا ر ، د على القوس، فنخرج خط ر د قاعدة لزاوية أ ب جـ. ونخط أيضًا على مركز ب وببعد ب س نصف دائرة عليه ط س ح، فنقطتا ط، س على القوس، فنخرج خط ط س قاعدة لزاوية أ ب جـ .

وعلى هذا المثال نخرج لزاوية أ ب جـ قواعد كثيرة لاتحصى، وهو المطلوب إثباته .

الشكل الرابع[1]:

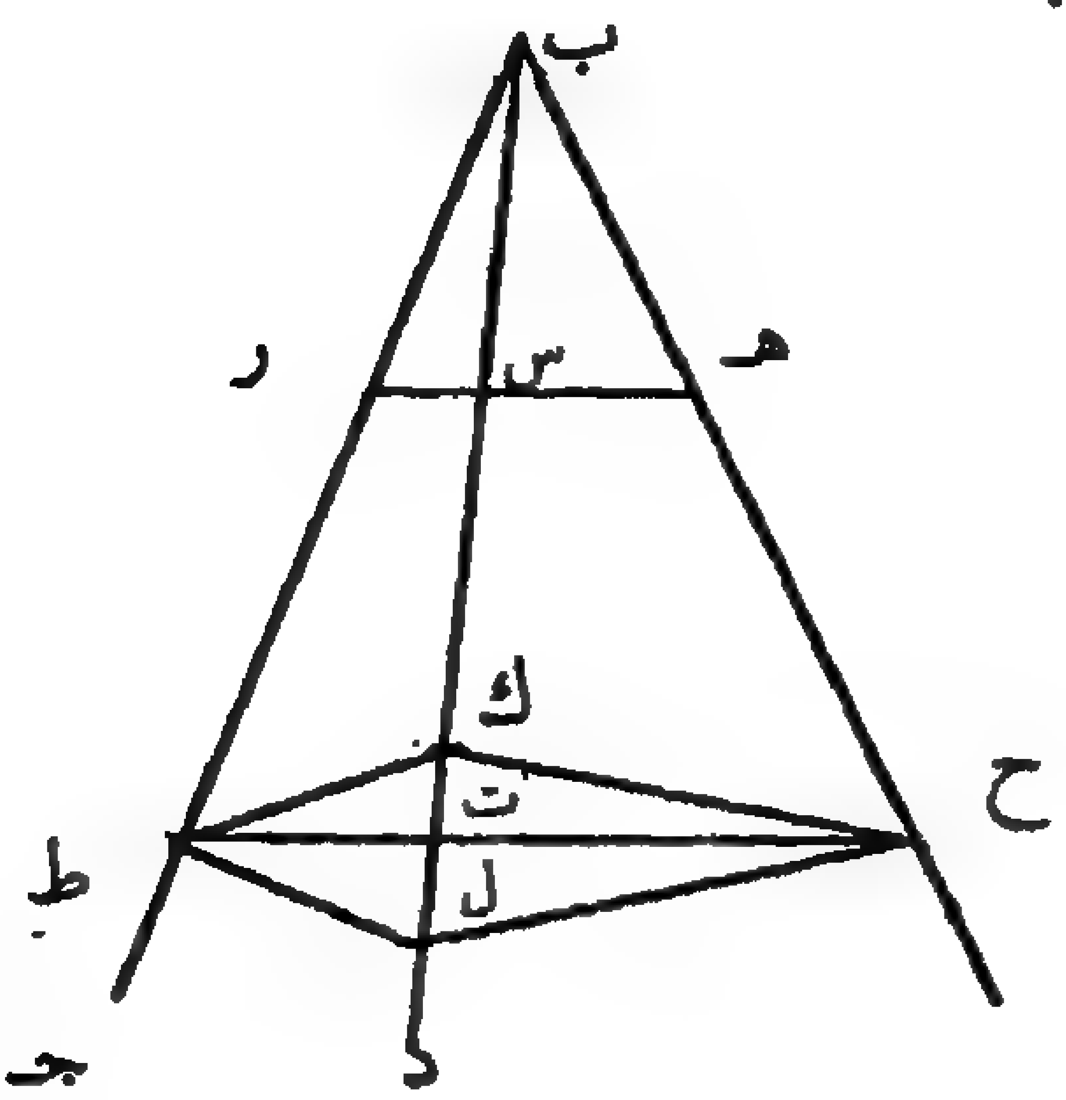
كل زاوية تقسم بقسمين بخط ويخرج لها قاعدة كيف ما ووقعت، فيحدث مثلث. ثم يفصل من كل واحد من باقى الضلعين المحيطين بالزاوية المفروضة خط مثل ضلع المثلث الحادث ويوصل بينهما بخط. فإن ذلك الخط يقطع من الخط الذى قسمت به الزاوية المفروضة خطًا مساويًا للخط الذى خرج من الزاوية المفروضة إلى قاعدة المثلث الحادث.

مثاله : زاوية أ ب جـ مفروضة كيفما اتفقت ونقسمها بخط ب د ونُخرج قاعدة هـ ر كيفما خرجت، وذلك ممكن لما بينا فى الشكل المتقدم .

(١) وهو الشكل الواحد والثلاثون، ولانظير له فى أصول إقليدس .

ونفصل هـ ح مثل هـ ب، و رط مثل ب ر، ونخرج خط ح ت ط.

فإن س ت مثل س ب .



برهانه:

إنه إن لم يكن مثله فهو أقصر أو أطول منه. ونفصل س ك مثل س ب ونخرج خطى ح ك، ك ط. فـ هـ ح فصل مثل هـ ب، و ب س مثل س ك، فـ ح ك مثل هـ س. وكذلك ك ط مِثْلا خط س ر. فخطا ح ك، ك ط مجموعان مِثْلا خط هـ ر، وأيضًا هـ ح مثل هـ ب، و ر ط مثل رب. فخط ح ت ط مثلا خط هـ ر؛ فخط ح ت ط من مثلث ح ك ط إذن مثل خطى ح ك، ك ط المجموعتين، وهذا خلف.

وكذلك يكون خط ح ت ط مثل خطى ل ط، ح ل مجموعين من مثلث ح ل ط، ويظهر الخلف. فخط ح ت ط يفصل خط س ت مثل خط س ب، هو المطلوب إثباته .

الشكل الخامس[1]:

كل زاوية تقسم بقسمين بخط، ويعلم على ذلك الخط نقطة كيفما وقعت، فإنه يخرج من تلك النقطة خط فى الجهتين يكون قاعدة للزاوية المفروضة.

مثاله: افترض زاوية أ ب جـ كيفما وقعت ونقسمها بخط ل د، ونُعَلّم على خط ب د نقطة هـ كيفما وقعت. فأقول إنه يخرج من نقطة هـ قاعدة لزاوية أ ب جـ

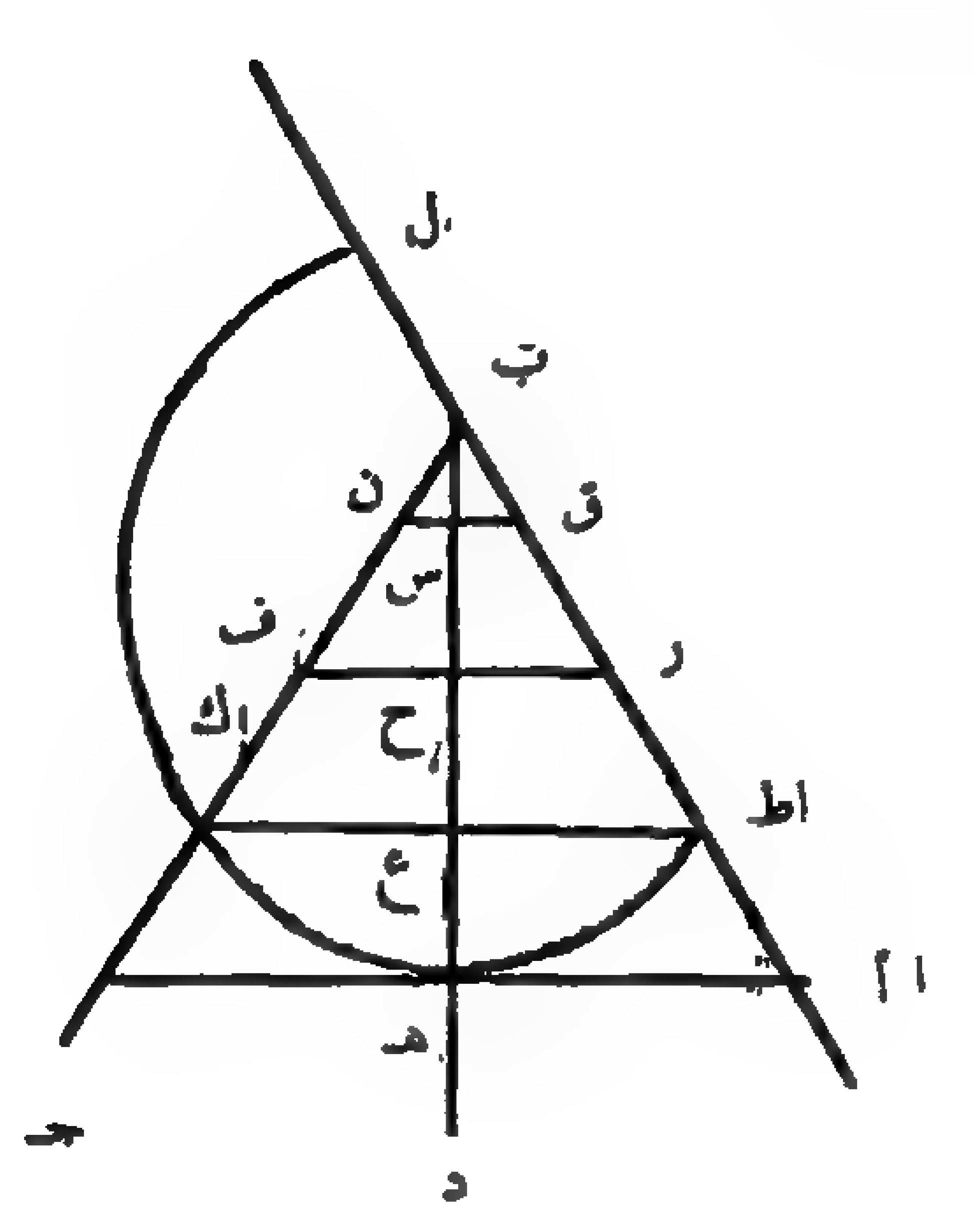
---

(١) وهو الشكل الثانى والثلاثون فى نسخة الجوهرى، ولانظير له فى أصول إقليدس .

المفروضة.

برهانه:

أن نخرج خط أ ب في جهته على استقامة ولانجعل له غاية، ونخط على مركز ب وببعد ب هـ نصف دائرة ط ك ل، فخط ط ل قطر الدائرة ونقطتا ط، ك على القوس .



فنخرج خط ط ك قاعدة لزاوية أ ب جـ المفروضة فإذا أردنا أن نزيد على ب ع ما يكون من ب د ضعفه، فصلنا من ط أ مثل ط ب، ومن ك جـ مثل ك ب، ووصلنا بينهما بخط؛ فيكون الخط الزائد على ب ع مثل ب ع لما بينا في الشكل المتقدم. وعلى هذا المثال نضعفه ونضعف أضعافه، فخطا ب هـ، ب ع مختلفان .

فإذا قسم ب هـ بنصفين ونصفه بنصفين، وكذلك مرارًا كثيرة. وزيد على ب ع مثله، وعلى ما يجتمع مثله مرارًا كثيرة؛ فيبقى من أنصاف ب هـ ما هو أقصر من ب ع إذا أضعف. فليكن ب س أقصر من ب ع، وليكن ربع ب هـ.

ونقيم على نقطة س من خط ب س في الجهتين مثل زاويتي ط ع ب، ب ع ك. وهما زاويتا ق س ب، ب س ن؛ وزاويتا ط ع ب، ب ع ك مثل قائمتين؛ وزاويتا س عملتا مثلهما كل واحدة مثل نظيرتها، فهما مثل قائمتين. فخطا س ن، ق س قد اتصلا على استقامة وصارا خطًا واحدًا. وزاويتا ب س ن، ق س هـ

متقابلتان من تقاطع خطى ب هـ، ف ن، فهما متساويتان. وزاوية ب س ن عملت مثل زاوية ب ع ك، فزاوية ق س ع مثل زاوية ب ع ك وهما المتبادلتان؛ فخطا ق ن، ط ك متوازيان؛ فخطا ق ن، ط ق لايتلقيان .

ولابد من أن يخرج خطا ق س، س ن من مثلثى ب ط ع، ب ع ك إذا أُخرجا على استقامة؛ فيلقيان خطى أب، ب جـ. ونفصل ق ر مثل ق ب و ن ف مثل ن ب، ونخرج خط ر ح ف، فيكون س ح مثل س ب لما بينا فى الشكل المتقدم؛ ف ح ب نصف هـ ب. ونفصل ر أ مثل رب، و ف ت مثل ف ب، ونخرج خط أ هـ ت؛ فـ هـ ح مثل ح ب. فقد صارت قاعدة أ ت على نقطة هـ، وهو المطلوب إثباته .

الشكل السادس[1]:

إذا أخرج خطان من خط فى جهة على أقل من زاويتين قائمتين التقيا فى تلك الجهة .

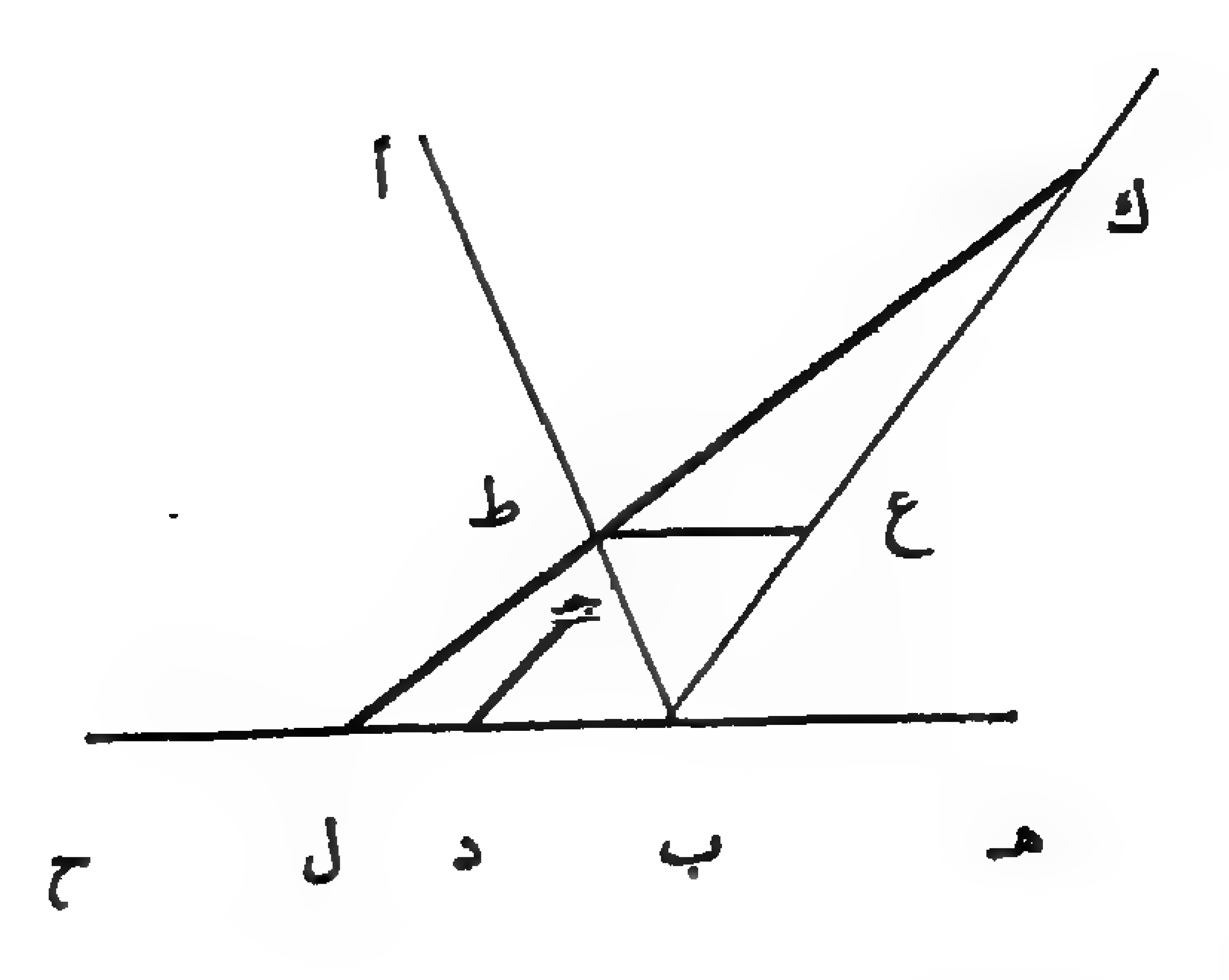
مثاله: إن خطى أ ب، جـ د أخرجا من خط ب د على زاويتى أ ب د ، جـ د ب هما أقل من قائمتين. فإن خطى أ ب ، جـ د إذا أخرجا على استقامة التقيا .

برهانه:

نخرج ب د على استقامة إلى نقطتى هـ، ح ونفصل ب ط مثل ب د؛ وزاويتا أ ب ج ، أ ب هـ مثل قائمتين، وزاويتا أ ب د، جـ د ب فرضنا أقل من قائمتين. فنلقى زاوية أ ب د المشتركة، فتبقى زاوية أ ب هـ أعظم من زاوية جـ د ب. فنقيم على نقطة ب من خط أ ب زاوية مثل زاوية جـ د ب، وهى زاوية أ ب ر. ونخرج من نقطة ط خط ك ل قاعدة لزاوية ر ب د. فزاوية ك ط ب الخارجة من مثلث ط ب ل أعظم من زاوية ط ب ل الداخلة .

---

(١) وهو الشكل الثالث والثلاثون من نسخة الجوهرى، ولانظير له فى أصول إقليدس .



فنقيم على ط من خط ب ط زاوية ب ط ع مثل زاوية ط ب ل، وزاوية ر ب أ عُملت مثل زاوية جـ د ب، فزاويتا ب ظ ع، ع ب ط مثل زاويتي أ ب د، جـ د ب، كل واحدة مثل نظيرتها و ب ط فصل مثل ب د .

فخطا أ ب، جـ د إذا أخرجا ألتقيا لأنا إذا ركبنا ب د على ب ط تركب عليه لأنه مثله، وتركبت زاوية جـ د ب على زاوية ع ب ط لأنها مثلها، وتركب د جـ على ب ع، وتركبت زاوية ط ب د على زاوية ب ط ع لأنها مثلها، وتركب أ ب على ط ع. فإذا أخرجا خطا ب أ، د جـ على استقامة، استقاما على خطي ب ع، ط ع والتقيا على نقطة ع، وهو المطلوب إثباته .

وهكذا ينتهي الجوهري في برهانه السابق على المصادرة الخامسة إلى نظرية تلعب فيها المثلثات دورًا هامًا، فقد أثبت من خلال الشكل الرابع إمكان رسم مثلث، وبالتالي إثبات وجوده. إذ أن مصادرة إقليدس لو صحت، أي إذا تلاقى الخطان، فإن الشكل الذي يُنتج حينئذ يكون مثلثًا. وقد استعمل هذا الشكل فيما بعد الرياضي الفرنسي أدريان ماري لوجندر Adrien Marie Legendre (١٧٥٢-١٨٣٣م) في أوائل القرن التاسع عشر، كمصادرة أسس عليها نظريته في الخطوط المتوازية[1].

(١) انظر: تاتون: تاريخ العلوم العام، م١، ص: ٤٧٩، ٤٨٠. موريس شربل: الرياضيات في الحضارة الإسلامية، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٨٨م، ص: ١٧٧. خليل جاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٤.

٢-ثابت بن قرة:

يقترح ثابت بن قرة برهانين مختلفين للمصادرة الخامسة، نجد أحدهما فى مقالته: "فى برهان المصادرة المشهورة من إقليدس"؛ والآخر فى مقالته: "فى أن الخطين المستقيمين إذا أخرجا على أقل من زاويتين قائمتين، التقيا فى جهة خروجهما". ولذلك سوف ينقسم تناولنا لموقف ثابت إلى قسمين، هما:

القسم الأول: برهان ثابت فى المقالة الأولى:

يُعرف ثابت فى هذه المقالة الخطوط المتوازية، بأنها "خطوط لاتقترب ولاتبتعد بعضها عن بعض". ويأتى بمصادرة تنص على "أنه إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين، وكان هذان الخطان المستقيمان يتقاربان فى إحدى جهتيهما، فإنهما يتباعدان فى جهتهما الأخرى؛ وإن تقاربا من جهة التقارب وتباعدهما من جهة التباعد يزيد بينهما"[١] .

ثم يحاول ثابت بعد ذلك أن يقيم البرهان على الشكل التاسع والعشرين من الأصول، حيث استخدم خمسة أشكال اعتمد فى الشكلين الأولين على طريقة الخلف؛ وهذه الأشكال هى[٢]:

الشكل الأول:

إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين وكانت الزاويتان المتبادلتان متساويتين، فإن ذلك الخطين لايقربان ولايبعدان فى جهة من جهتيهما .

مثل خطى أب، جـ د وقع عليهما خط هـ ز، فكانت زاويتا أ هـ ز، هـ ز د متساويتين. فإن أب، جـ د لايقربان ولايبعدان لا فى جهة أ ، جـ ولا فى جهة ب، د .

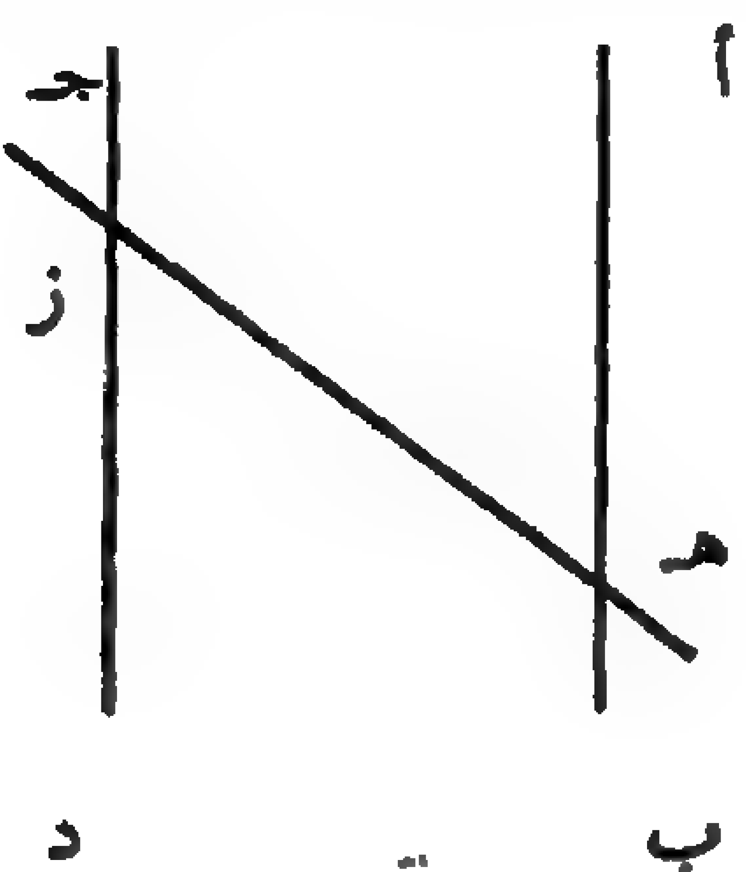
---

(١) ثابت بن قرة: رسالة فى برهان المصادرة المشهورة من إقليدس، تحقيق: د.خليل جاويش (ضمن كتاب نظرية المتوازيات)، ص: ١٢، ١٣ .

(٢) المصدر السابق، ص: ٥٩-٦٥ .

برهان ذلك:

إذا طبقنا هـ أ على ز د بأن نضع نقطة هـ على ز وهـ ز على نفسه، وزاوية أ هـ ز على زاوية هـ ز د، انطبق جـ ز على هـ ب، وزاوية جـ ز هـ على زاوية ز هـ ب. وكان خط ز د لخط أ هـ كذلك. فإن لم يكن كذلك كانت زاوية أعظم من المساوية لها، وذلك محال.



وقد تبين مع هذا أن خطى هـ ب، زد إن كانا يقربان فى جهة ب، د إذا أخرجناهما، أن خطى أهـ، جـ ز يتقاربان أيضًا فى جهة أ، جـ مثل ذلك التقارب للمطابقة.

لكن من المبين المسلم أنه إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين، فكان الخطان يتقاربان فى إحدى جهتيهما أنهما يبعدان فى جهتها الأخرى، وأن تقاربهما من جهة التقارب وتباعدهما من جهة التباعد يزيد بينهما .

وكذلك إن وضعنا أن خطى هـ ب، زد متقاربان فى جهة ب ، د وجب أن يتباعد خطا أهـ، جـ ز فى جهة أ، جـ. لكن خطا أ هـ، جـ ز قد طابقا خطى هـ ب، زد فى جهة ب ، د . ولو كان هـ ب، زد متقاربين لكان أهـ، جـ ز متباعدين، فلم يطابقاهما. فإن طابقاهما فلم يتباعدا فى جهة أ، جـ، فقد بقى إما أن يكون خطا أهـ، جـ ز تقاربا فى جهة أ، جـ كتقارب خطى هـ ب، زد فى جهة ب، د الذى وضع، أو أن يكونا لم يتقاربا و لم يتباعدا فى جهة أ، جـ .

فإن كانا تقاربا فيها بطلت المقدمة المسلمة، لأنه يوجد خطان قد تقاربا فى الجهتين. وإن كانا حفظ البعد بينهما فليس يطابقان هـ ب، زد، وقد طابقاهما. فما وُضع من أن هـ ب، زد إذا كانت المتبادلتان اللتان هما أ هـ ز، هـ ز د

متساويتين يتقاربان فى جهة ب، د محال. وكذلك يستحيل أن يبعدا فيها، فهما لايقاربان ولايباعدان فيها. وكذلك يتبين فى خطى أ هـ، جـ ز؛ وهو المطلوب إثباته .

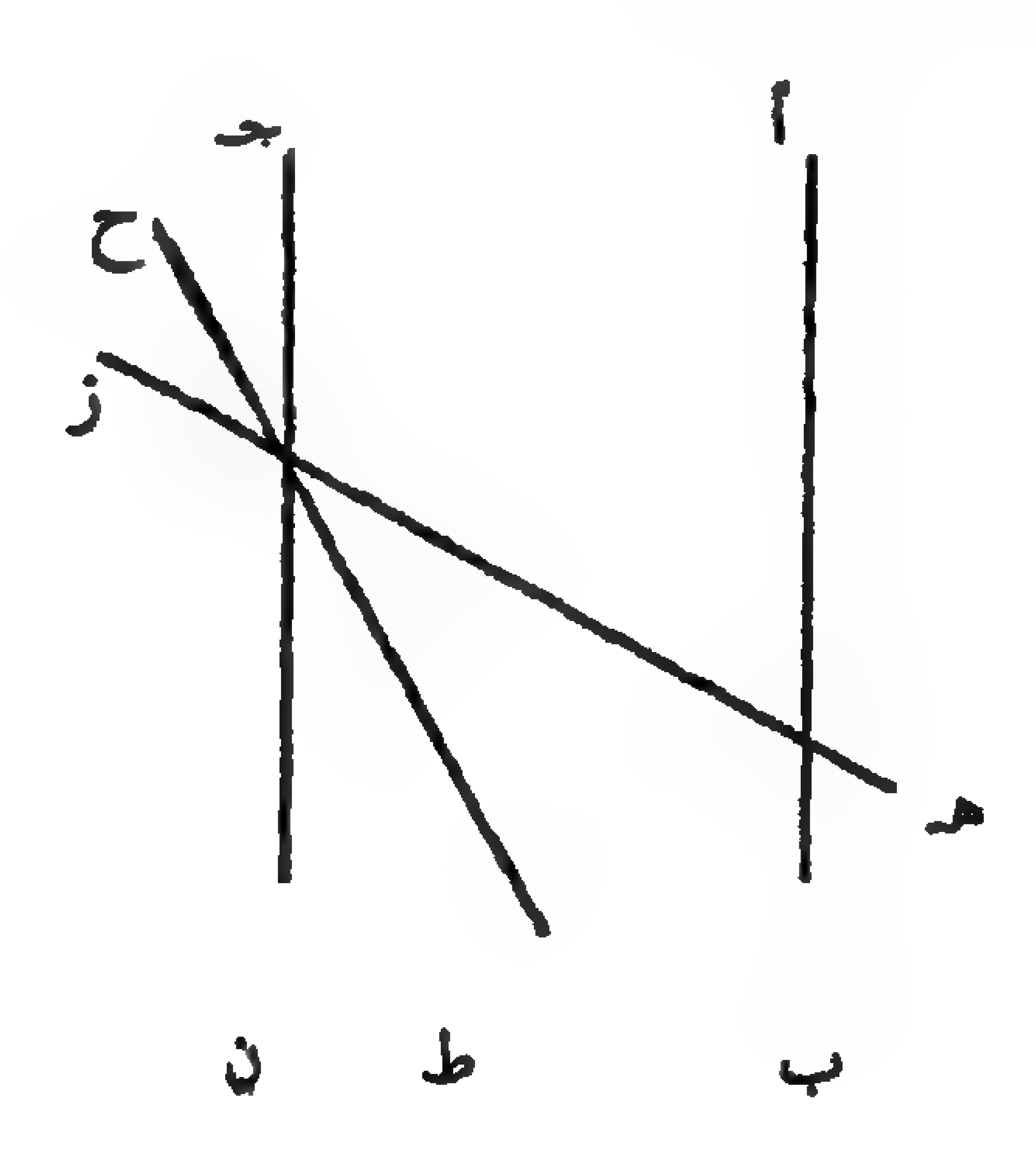
الشكل الثانى:

إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين لايقربان ولايبعدان فى جهة من جهتيهما، فإن المتبادلتين متساويتان.

مثال ذلك: خطا أب، جـ د لايقربان ولايبعدان فى واحدة من جهتيهما، وقع عليهما هـ ز. فإن زاويتى أ هـ ز، هـ ز د المتبادلتين متساويتان.

برهان ذلك:

إنهما إن لم تكونا متساويتين فلتكن أ هـ ز أصغر، ولتكن زاوية هـ ز ط مثل زاوية أ هـ ز؛ ونخرج ط ز ح. فخطا ط ز ح، أب لايقربان ولايبعدان لتساوى المتبادلتين كما قدمنا .



وقد كان خطا أب، جـ د لايقربان ولايبعدان. وقد قاطع جـ د خط ط ح على نقطة ز. وكل واحد منهما لايقرب ولايبعد من أب، لكن زط أقرب إلى هـ ب من ز د لأنه بينه وبينه، وهذا خلف. فزاويتا أ هـ ز، هـ ز ن -إذن- متساويتان؛ وهو المطلوب إثباته .

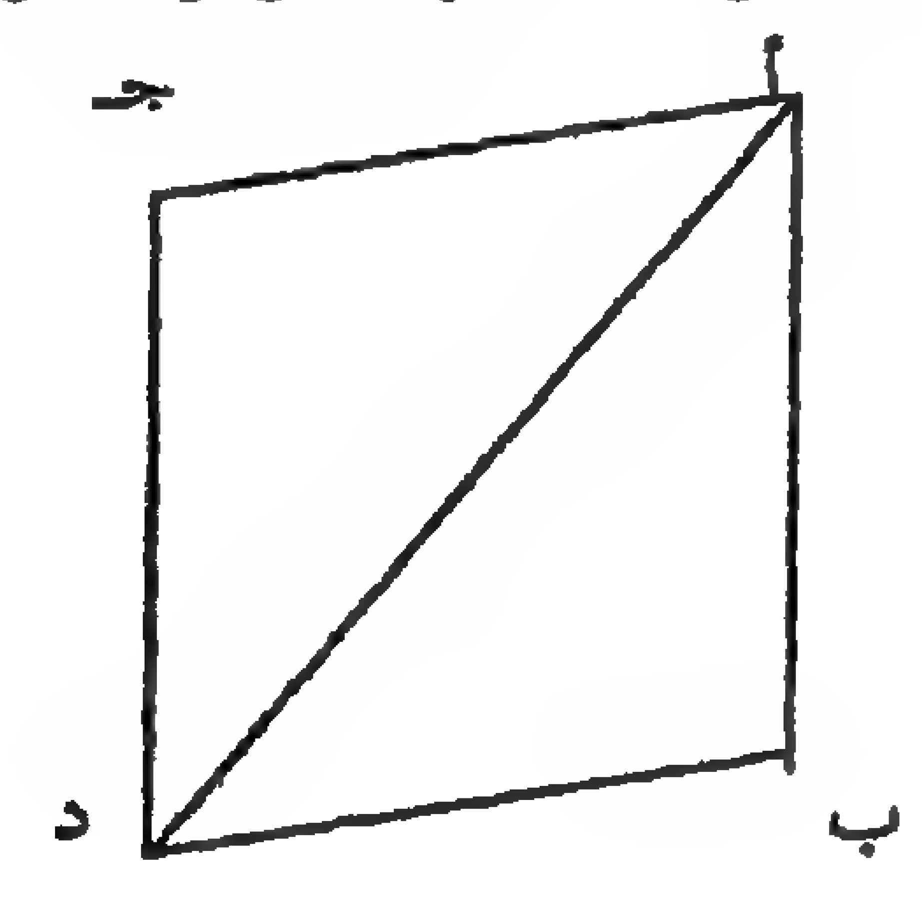
الشكل الثالث:

إذا وُصِل بين أطراف خطين مستقيمين متساويين لايقربان ولايبعدان بخطين مستقيمين، فإنهما أيضًا متساويان ولايقربان ولايبعدان.

مثال ذلك: خطا أب، جـ د مستقيمان متساويان لايقربان ولايبعدان، وقد وُصِل بين أطرافهما بخطي أجـ، ب د. فإن أجـ، ب د متساويان ولايقربان ولايبعدان.

برهان ذلك:

إن زاويتي أدجـ، دأب المتبادلتين متساويتان، وخطا أب، أد مساويان لخطي جـ د، دأ كل واحد لنظيره. فمثلثا أدجـ، دأب متساويان، فخطا أجـ، ب د متساويان. وزاويتا أدب، دأجـ متساويتان وهما متبادلتان. فخطا أجـ، ب د لايقربان ولايبعدان. فخطا أب، جـ د لايقربان ولايبعدان، وهما متساويان. وكذلك أيضًا خطا أجـ، دب لايقربان ولايبعدان، وهما متساويان. وهو المطلوب إثباته .



الشكل الرابع:

كل مثلث يقسم ضلعان من أضلاعه كل واحد منهما بنصفين ويوصل بين النقطتين اللتين قسما عليهما بخط مستقيم، فإنه نصف الضلع الآخر ولايقرب منه ولايبعد .

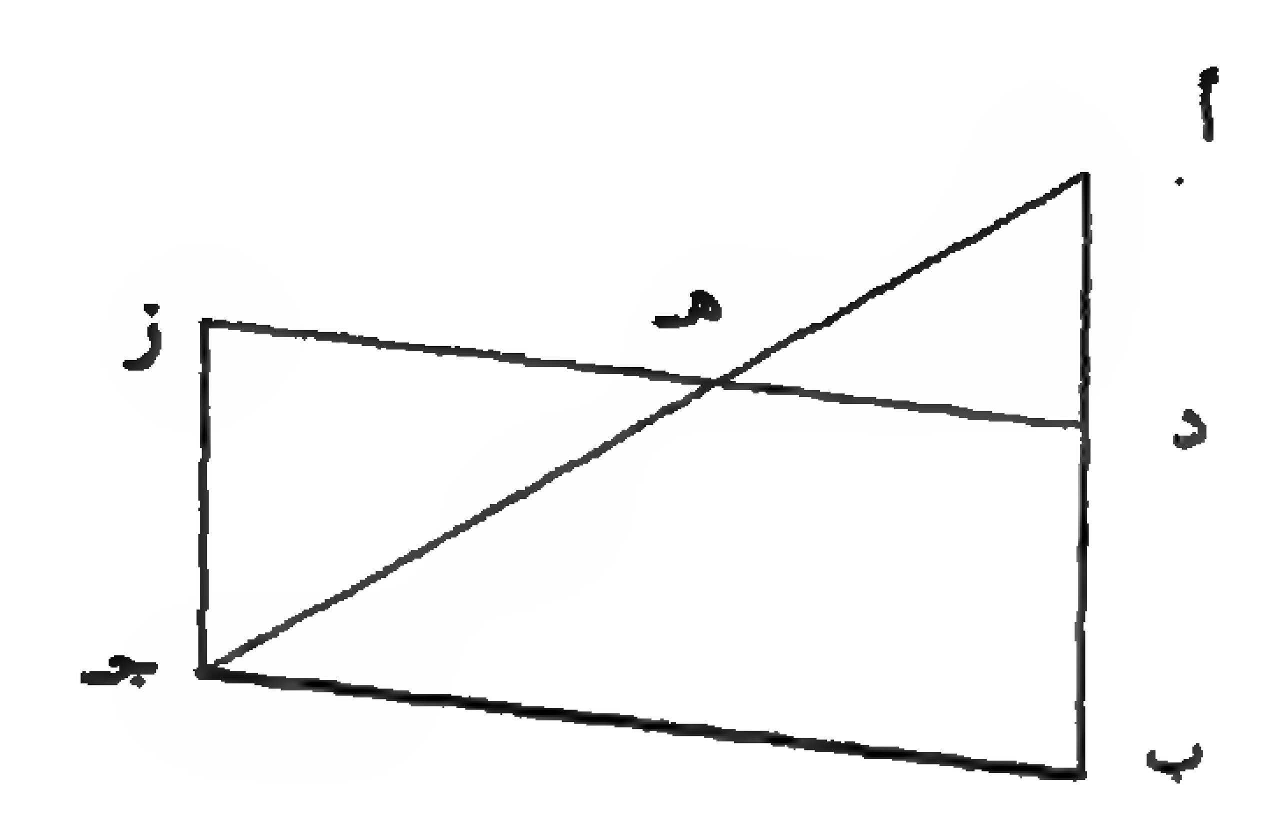
مثال ذلك: مثلث أ ب جـ قسم أب منه بنصفين على د، أجـ بنصفين على هـ، ووصل دهـ المستقيم؛ فإنه نصف ب جـ ولايقرب منه ولايبعد.

برهان ذلك:

نخرج د هـ إلى ز حتى يكون هـ ز مثل دهـ، ونصل جـ ز. فيكون مثلثا

أدهـ، جـ هـ ز متساويين، وخطا أد، جـ ز متسـاويين. فلذلـك يكـون خطـا دب، جـ ز متساويين .

لكنَّ زاويتى أ د هـ، هـ ز جـ متساويتان وهما متبادلتان. فخطـا أب، جــ ز لايقربان ولايبعدان. وكذلك خطا ب د، جـ ز أيضًا لايقربـان ولايبعـدان، وهمـا متساويان. وقد وصل بين أطرافهما خطا ب جـ، دز؛ فهمـا متسـاويان ولايقربـان ولايبعدان. لكن دز ضعف دهـ فـ ب جـ ضعف دهـ ولايقرب ولايبعد عنه، وهـو المطلوب إثباته .



الشكل الخامس:

إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين فتصير الزاويتان اللتان فـى جهـة واحدة أقل من قائمتين، فإن الخطين إذا أُخرجا فى تلك الجهة التقيا .

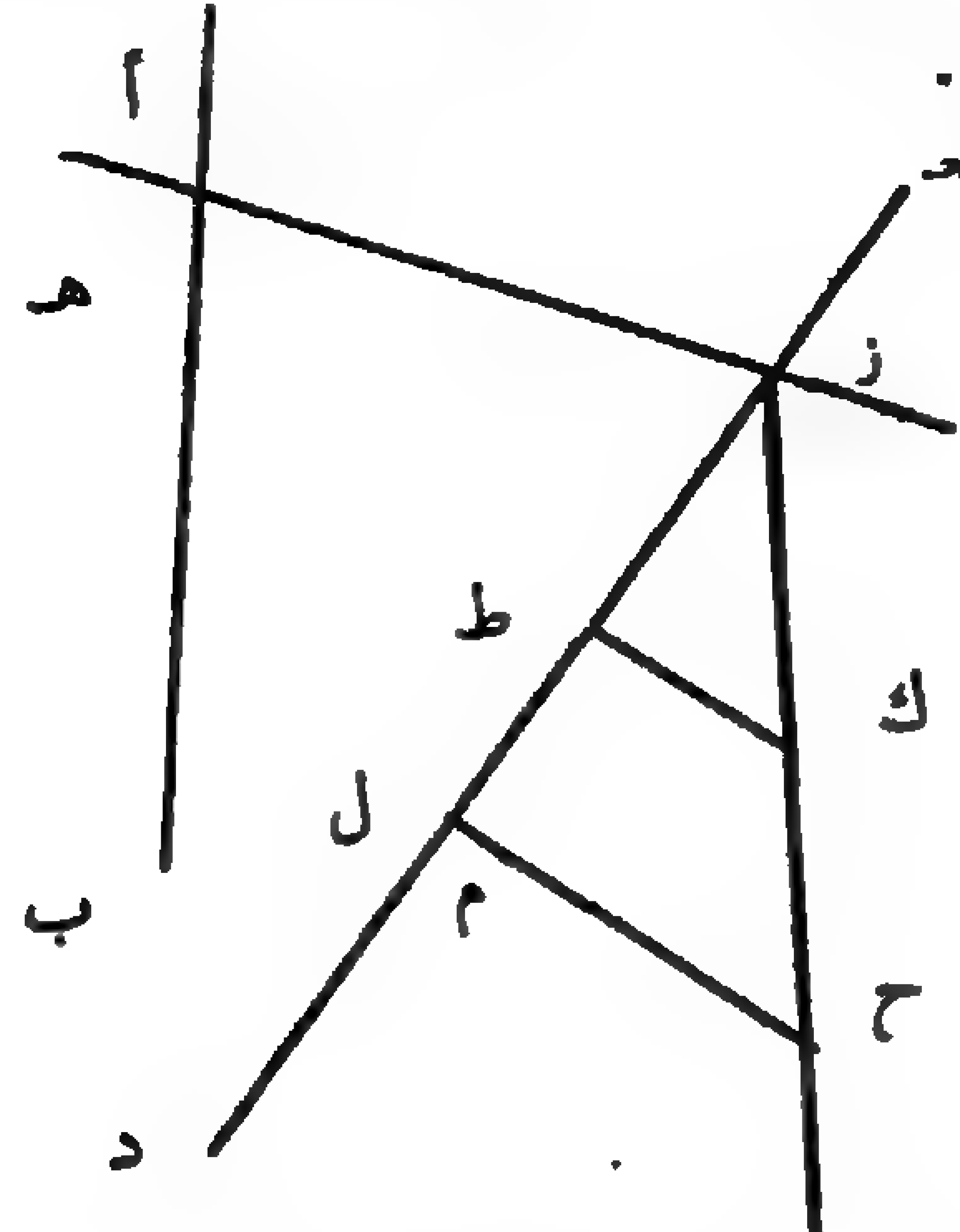
مثال ذلك: خطا أب، جـ د وقع عليهما خط هـ ز، وكانت زاويتا ب هـ ز، د ز هـ أصغر من قائمتين. فإن خطى أب، جـ د إذا أُخرجا فى جهة ب، د التقيا .

برهان ذلك:

أن نخرج من نقطة ز خط زح لايقرب ولايبعد من خط أب، ونُعَلِّم على زد نقطة ط كيفما اتفقت، ونُخرج منها إلى زح خط ط ك لايقرب ولايبعـد مـن هـ ز. فإن اتفق أن يكون أعظم من هـ ز، وإلا فصلنا ط ل مثـل ز ط، وك ح مثـل ز ك، ووصلنا ل، ح .

تبين أن ل ح ضعف ط ك، وإنه أيضًا من ط ك لايقرب ولايبعـد. فلابـد إذا

كان ط ك أصغر من هـ ز، وأضعفناه ثم أضعفنا ضعفه، ومررنا على هذا دائمًا أن ننتهى فى أضعافه إلى خط أعظم من هـ ز. فليكن ل ح، فخط ل ح أطول من هـ ز وهو لايقرب لايبعد عنه. فلينفصل من ل ح مثل هـ ز وهو ح م، فيكون خطا زهـ، ح م متساويين ولايقربان ولايبعدان. فالواصلان بين أطرافهما متساويان ولايقربان ولايبعدان كما تقدم .



لكن زح قد وصل بين ز، و ح فـ هـ ب إذا أُخرج على استقامة من جهة ب صار إلى م، وإلا عرض إن وُصل بين هـ، و م غير هـ ب، إذا أُخرج هـ ب، أن يكون الواصل بين هـ، و م لايقرب ولايبعد عن زح .

وقد كان هـ ب لايقرب ولايبعد عن زح، والواصل بين هـ و م يوجد بين هـ ب، وزح، هذا خلف. فإذن هـ ب إذا أُخرج صار إلى م، فلابد له من أن يلقى قبل نقطة م نقطة من خط ج د، فـ أب، جـ د إذا أُخرجا فى جهة ب، د التقيا. وهو المطلوب إثباته .

نلاحظ مما سبق أن ثابت فى محاولته لإقامة البرهان على المصادرة الخامسة فى هذه المقالة، قد اعتمد على افتراضه الذى ينص على عدم تلاقى الخطين فى الاتجاهين، بل يتقاربان فى إحدى جهتيهما ويتباعدان فى الأخرى. وبواسطة هذا الافتراض برهن على وجود متوازى الأضلاع، ومن ثم استنتج المصادرة الخامسة.

ولكن فى ضوء التطورات اللاحقة للرياضيات، وجدنا فى الهندسة الزائدية القطع للوباتشفسكى -التى أبعدت هذه المصادرة -أن هناك خطوطًا متباعدة،

تتباعد الواحدة عن الأخرى فى كل من الاتجاهين انطلاقًا من خطهما العمودى المشترك. وعلى العكس، ففى نهايات الهندسة الإهليلجية لريمان -التى سمت بالمصادرة الخامسة- فإنه أياً كان الخطان المستقيمان، فهما يقتربان ويتقاطعان، هنا أيضًا فى اتجاه ما، وفى الآخر انطلاقًا من خطهما العمودى المشترك[1].

القسم الثانى: برهان ثابت فى المقالة الثانية:

يبدأ ثابت مقالته الثانية بافتراض يختلف تمامًا عما هو وارد فى مقالته الأولى، حيث يأتى بمفهوم للمتوازيات يُنسب إلى الرياضى اليونانى جيمينوس، وهو "أن الخطوط المتوازية هى خطوط تكون الأبعاد بينها أبدًا متساوية" . وهذا المفهوم مكافئ لمصادرة إقليدس الخامسة[2].

وقد لاحظ ثابت فى مقالته الثانية أيضًا -ولأول مرة فى تاريخ الرياضيات - أنه لايمكن نقل شكل على شكل آخر للتحقق من انطباقهما وتساويهما، دون التأكد أولاً من أن صورتيهما لاتتغيران فى عملية النقل .

يقول ثابت "وكان أول الأصول من القضايا المأخوذة من ذات الشىء، المسلمة فى هذا المعنى، والذى به تفهم التقديرات والمسائح كلها، هو انطباق كل مساو على مساوية إذا توهمناه منقولاً إليه كهيئته، وموضوعًا عليه ليُقاس به ... وقد رجعت أوائل كثير من براهين ما يحتاج إلى البرهان من الأصول الأوّل من المعانى والأشكال فى علم الهندسة إلى استعمال هذا الفعل.. أعنى تحريك أحد الشيئين اللذين يقاس أحدهما بالآخر، ورفعه من موضعه، ونقله بأوهامنا من غير أن يغير هيئته بالحركة، حتى نضعه كهيئته على الذى يقاس به منهما... فلما كان ذلك كذلك، وكان الخط الذى احتجت إلى استعماله فيما قصدت له، لأبين بمطابقته للمسافات التى يمر بها أنها مسافات متساوية، خطًا هذا سبيله، رأيت أن أقيد نقله بمعنى يزيل الشك ويصير إلى الثقة، بأنه لم يتغير عن هيئته وصفته تغييرًا يحدث فى المسافات التى يمر بها ... أختلافًا، وإنما طابقها، فدل بانطباقه عليها

---

(1) انظر: روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٥، ٥٩٦ .

(2) انظر: جاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٣. وشربل: الرياضيات فى الحضارة الإسلامية، ص: ١٧٩ .

على تساويها"[1] .

وهذه الملاحظة التى أشار إليها ثابت غاية فى الأهمية فى علم الهندسة، لأن التأكيد على دوام الصورة على حالها يثير مشكلة رياضية وطبيعية لم تحل إلا فى أواخر القرن التاسع عشر وبداية القرن العشرين. فقد أتى بالحل لها الرياضى الألمانى د.هلبرت فى كتابه "أسس الهندسة"، وبالحل الطبيعى العلامة أينشتين فى نظرية النسبية[2].

فى ضوء ذلك، يأتى ثابت بطريقة جديدة لرسم المتوازيات مبنية على المصادرة الآتية:

"كل جسم نتوهمه متحركًا بكليته إلى جهة واحدة حركة واحدة بسيطة على استقامة، فإن كل نقطة منه، فهى تتحرك على استقامة، فتخط بممرها خطًا مستقيمًا عليه. وإن الخطوط المستقيمة التى تكون فيه، فإن ما كان منها على استقامة حركته، فهو أيضًا يمر على خط مستقيم. وأما ما كان منها على غير استقامة حركته، فليس كذلك"[3] .

ويتمكن ثابت –بعد أن عرف المتوازيات بهذه الطريقة، وأتى بهذه المصادرة – من أن يستنتج وجود خطوط مستقيمة متساوية البعد، وبالتالى من وجود المستطيل؛ ومن ثم يقيم البرهان على الشكل التاسع والعشرين من الأصول. وذلك على النحو التالى[4]:

الشكل الأول:

كل خطين مستقيمين يكونان فى سطح واحد، ويخرج فيما بينهما خطان مستقيمان يلقيانهما؛ فيكونان متساويين ويحيطان مع واحد من الخطين الأولين

---

(١) ثابت بن قرة: رسالة فى أن الخطين المستقيمين إذا أخرجا على أقل من زاويتين قائمتين إلتقيا فى جهة خروجهما، تحقيق: د.خليل جاويش (ضمن كتاب نظرية المتوازيات)، ص: ٦٩، ٧٠.

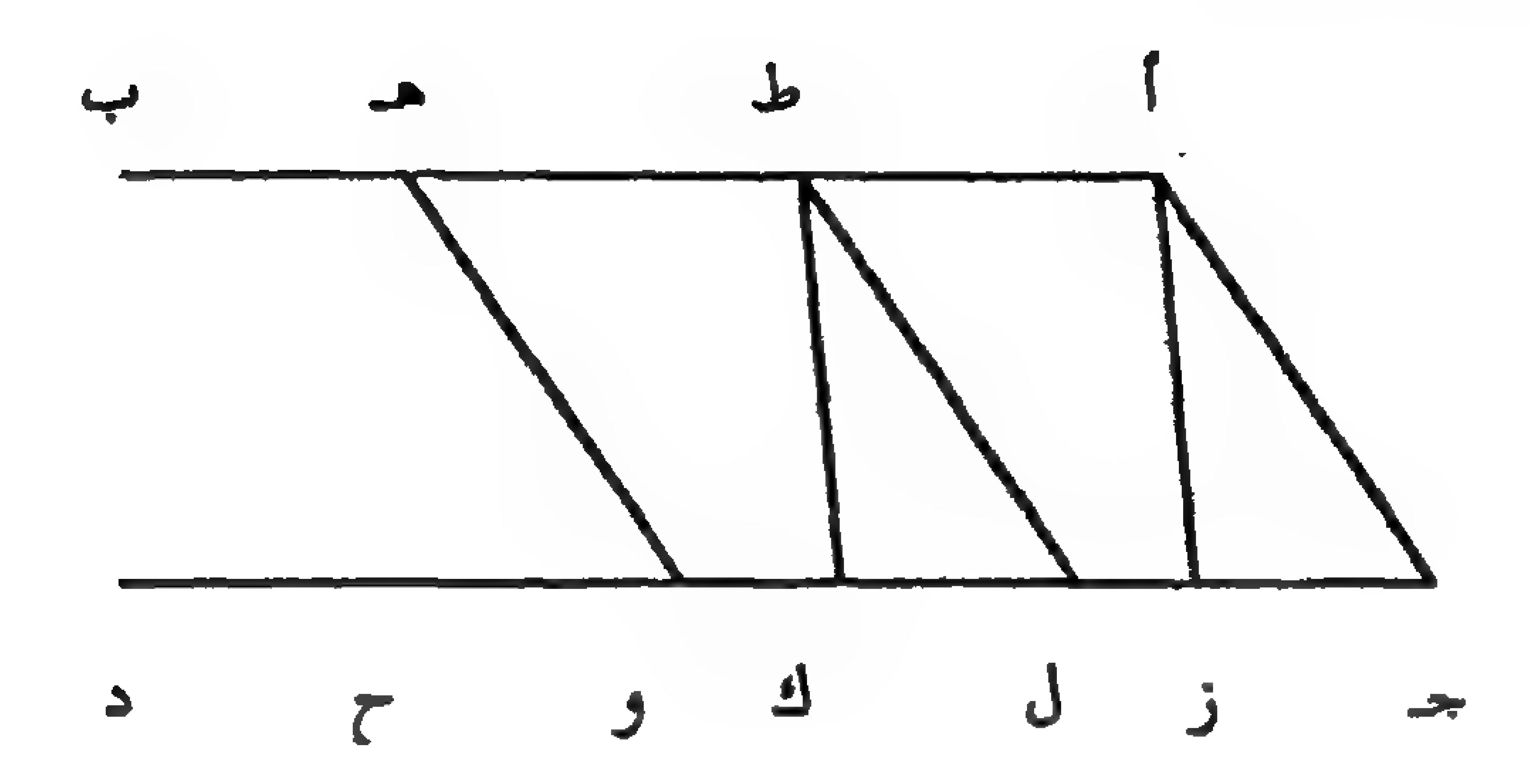
(٢) جاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٨.

(٣) ثابت: رسالة فى أن الخطين المستقيمين .. ، ص: ٧٠ .

(٤) المصدر السابق، ص: ٧٠–٨١ .

بزاويتين متساويتين من جهة واحدة. فإن كل عمودين يقعان على ذلك الخط من نقطتين من الخط الآخر منهما، فهما متساويان .

فليكن خطًا أب، جـ د المستقيمان في سطح واحد ولنخرج فيما بينهما خطان مستقيمان وهما أ جـ، هـ و وليكونا مساويين ولتكن زاويتا أجـ د، هـ و د متساويتين . فإن كل عمودين يقعان على خط جـ د من نقطتين من خط ت ب فهما متساويان .



برهان ذلك:

إن توهمنا أن بجسمًا قد أحاط بخط أ جـ يقطعه جـ ز من خط جـ د، فصاروا فيه. وأن ذلك الجسم قد تحرك بكليته من جهة جـ إلى جهة د حركة واحدة مستقيمة بسيطة على استقامة خط جـ د وأن فيه مع ذلك مثالاً مرسومًا لخطى أ جـ، جـ ز باقيا فيه لهما كهيئتهما. فإن الخط منهما الذى هو مثال لخط أ جـ مرسوم فى الجسم يكون وضعه على غير استقامة حركة الجسم. وأما الخط منهما الذى هو مثال لخط جـ ز مرسوم فى الجسم، فهو على استقامة حركة الجسم . فالمثال المرسوم لخط جـ ز -إذن- يكون فى جميع حركة الجسم مارًا بخط جـ د ويكون موضوعًا عليه .

وإذا توهمنا أن نقطة جـ من المثال المرسوم لخط أ جـ فى الجسم قد وصلت بحركة الجسم إلى نقطة و صار موقع مثال جـ ز المرسوم فيه كموقع خط وح لأنه على استقامة جـ د يتحرك .

لكن زاوية هـ و ح مثل زاوية أ جـ ز، فمثال خط أ جـ المرسوم فى الجسم - إذا وصلت نقطة جـ منه إلى نقطة و -يقع على خط وهـ. ولأن خط أجـ مساو لخط وهـ فهو منطبق عليه وتقع نقطة أ منه على نقطة هـ من وهـ . فنقطة أ من الجسم تصل بحركته المستقيمة إلى نقطة هـ، وهى تخط بممرها خطًا مستقيمًا لأن كل نقطة من الجسم فهذا سبيلها. فممر نقطة أ -إذن- يكون على خط أ هـ ب لأنه لايمر بنقطتى أ، هـ خط مستقيم غيره .

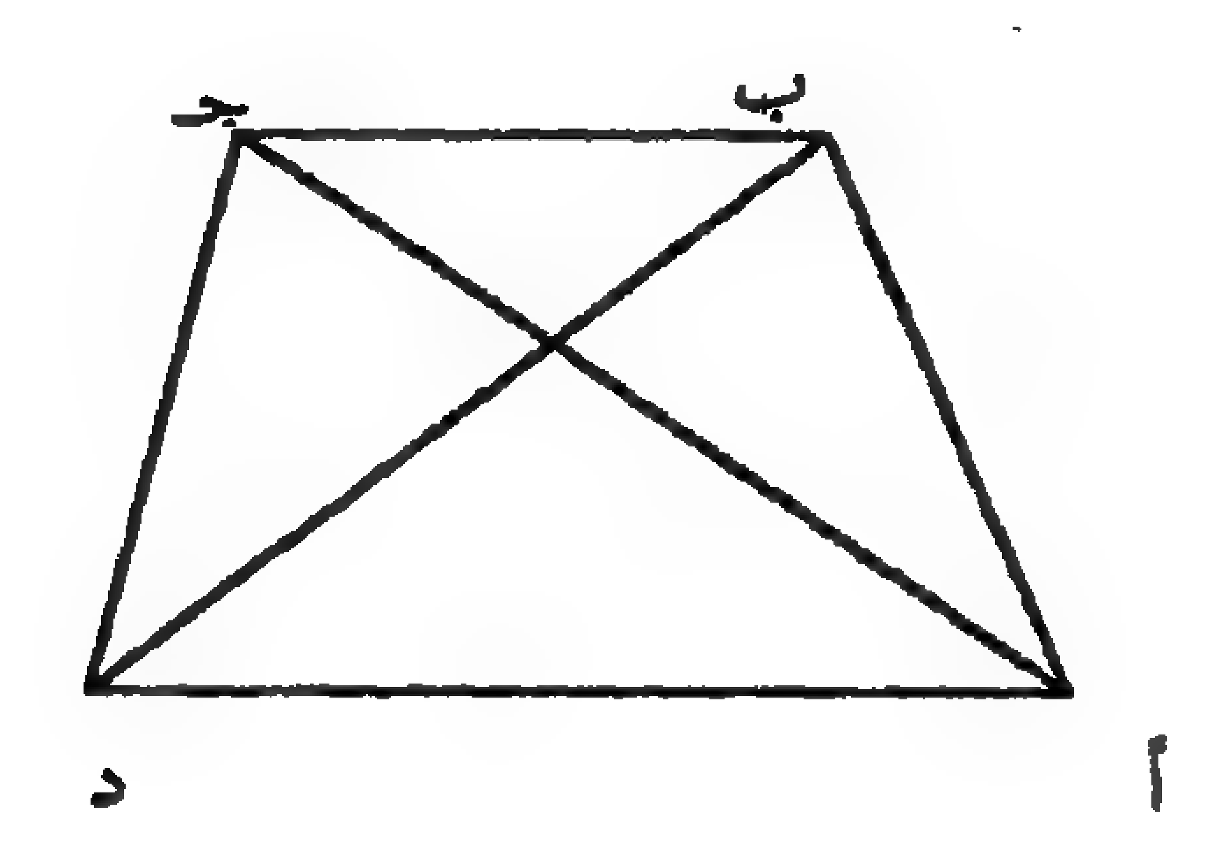
ويعلّم على أ هـ ب نقطة ط كيفما وقعت ونخرج منها عمودًا على جـ د وهو ط ك .فزاوية أ جـ د إما أن تكون قائمة وإما لاتكون كذلك. فإن كانت قائمة فإن مثال خط أ جـ المرسوم فى الجسم إذا وصلت نقطة أ منه إلى نقطة ط انطبق على عمود ط ك فساواه. وذلك أنه إن لم ينطبق عليه ووقع كموقع خط ط ل كانت زاوية ط ل ك قائمة لأنها مثل زاوية أ جـ د إذا كان مثالاً أ جـ، جـ ز فى الجسم إنما انتقلا كهيئتهما، وكان مثال جـ ز منهما أبدًا لازمًا فى وضعه لخط جـ د. لكن زاوية ط ك ل أيضًا قائمة لأن ط ك قد أخرجناه عمودًا على جـ د. فقد صار فى مثلث ك ط ل قائمتان، وهذا غير ممكن لأن كل زاويتين من مثلث فهما أقل من قائمتين إذا جمعتا. فخط أ جـ -إذن- ينطبق على عمود ط ك ويساويه، وكذلك ينطبق على كل عمود يقع من نقطة من خط أ ب على خط جـ د.

وإن لم تكن زاوية أ جـ د قائمة، فإنا نخرج من نقطة أ عمودًا على جـ د وهو أ ز ونتوهم مثال خط أجـ الذى فى الجسم إذا وصلت نقطة أ منه إلى نقطة ط قد وقع كموقع خط ط ل ومثال خط جـ ز كموقع خط ل ك. فمثلثا ج أ ز، ل ط ك قد تساويا ضلعان منهما وهما أ جـ، ط ل لأن أحدهما قد انطبق على الآخر وساوت زاويتا أ جـ ز، أ ز جـ من أحدهما زاويتى ط ل ك، ط ك ل من الآخر كل زاوية ساوت نظيرتها. فسائر الأضلاع والزوايا من هذين المثلثين متساوية كل واحد لنظيره. فعمود ط ك مساو لعمود أ ز، وكذلك كل عمود يقع من نقطة من خط أ ب على خط جـ د. فهذه الأعمدة التى ذكرت كلها -إذن- متساوية، وهو المطلوب إثباته .

الشكل الثانى:

كل سطح ذى أربعة أضلاع تكون زاويتان من زواياه التى على ضلع واحد من أضلاعه متساويتين، ويكون أيضًا الضلعان المتصلان منه بذلك الضلع متساويين، فإن زاويتيه الباقيتين متساويتان .

فليكن السطح ذو الأربعة أضلاع أ ب جـ د؛ ولتكن زاويتا ب أ د، جـ د أ منه متساويتين، وكذلك ضلعا أب، جـ د أيضًا. فإن زاويتى أ ب جـ، د جـ ب متساويتان.



برهان ذلك:

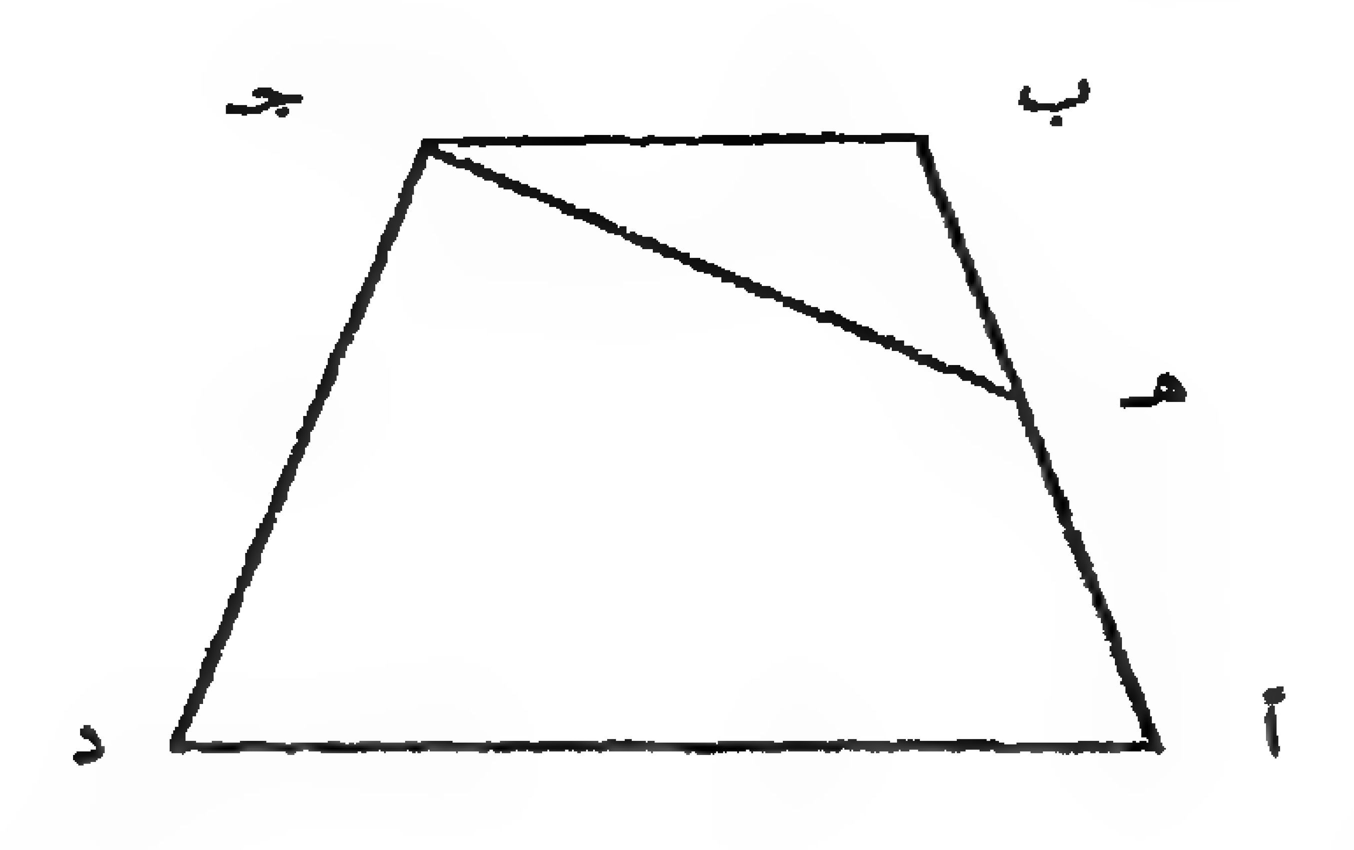
أنا نخرج قطرى أجـ، دب. فيكون خط أ ب مساويًا لخط د جـ و أ د مشترك. فضلعا ب أ، أ د من مثلث ب أ د مساويان لضلعى جـ د، دأ من مثلث أ د جـ كل ضلع لنظيره، وزاوية ب أ د مساوية لزاوية ج د أ فقاعدة ب د -إذن- مساوية لقاعدة أ جـ .

وقد كان أب مثل دجـ ، فضلعا ب أ، أ جـ من مثلث أ ب جـ مساويان لضلعى جـ د، دب من مثلث د جـ ب، كل ضلع لنظيره. والقاعدة مشتركة لهما جميعًا، وهى ب جـ. فزاوية أ ب جـ -إذن- مساوية لزاوية د جـ ب؛ وهو المطلوب إثباته .

الشكل الثالث:

كل سطح ذى أربعة أضلاع تكون زاويتان من زواياه التى على ضلع واحد

من أضلاعه متساويين وتكون زاويتاه الباقيتين متساويتين، فإن ضلعيه المتصلين بضلعه الأول متساويان .



برهان ذلك:

إنه إن لم يكن ضلع أ ب مساويًا لضلع د جـ، فإن أحدهما أطول من الآخر. فليكن أطولهما أب ونفصل منه مثل جـ د وهو أ هـ ونخرج خط هـ جـ . فيكون سطح أ هـ جـ د ذا أربعة أضلاع وزاويتا هـ أ د، جـ د أ منه متساويتين. فزاويتا أ هـ جـ، د جـ هـ -إذن- متساويتان أيضًا .

لكن زاوية أ هـ جـ الخارجة عن مثلث جـ هـ ب أعظم من زاوية هـ ب جـ الداخلة التى تقابلها. فزاوية د جـ هـ -إذن- أعظم من زاوية أ ب جـ. وزاوية د جـ ب أعظم من زاوية د جـ هـ؛ فزاوية د جـ ب أعظم كثيرًا من زاوية أ ب جـ، وقد كانت مساوية لها. هذا خلف.

فليس أحد ضلعى أب، دجـ بأطول من الآخر منهما، فهما -إذن- متساويان. وهو المطلوب إثباته .

الشكل الرابع:

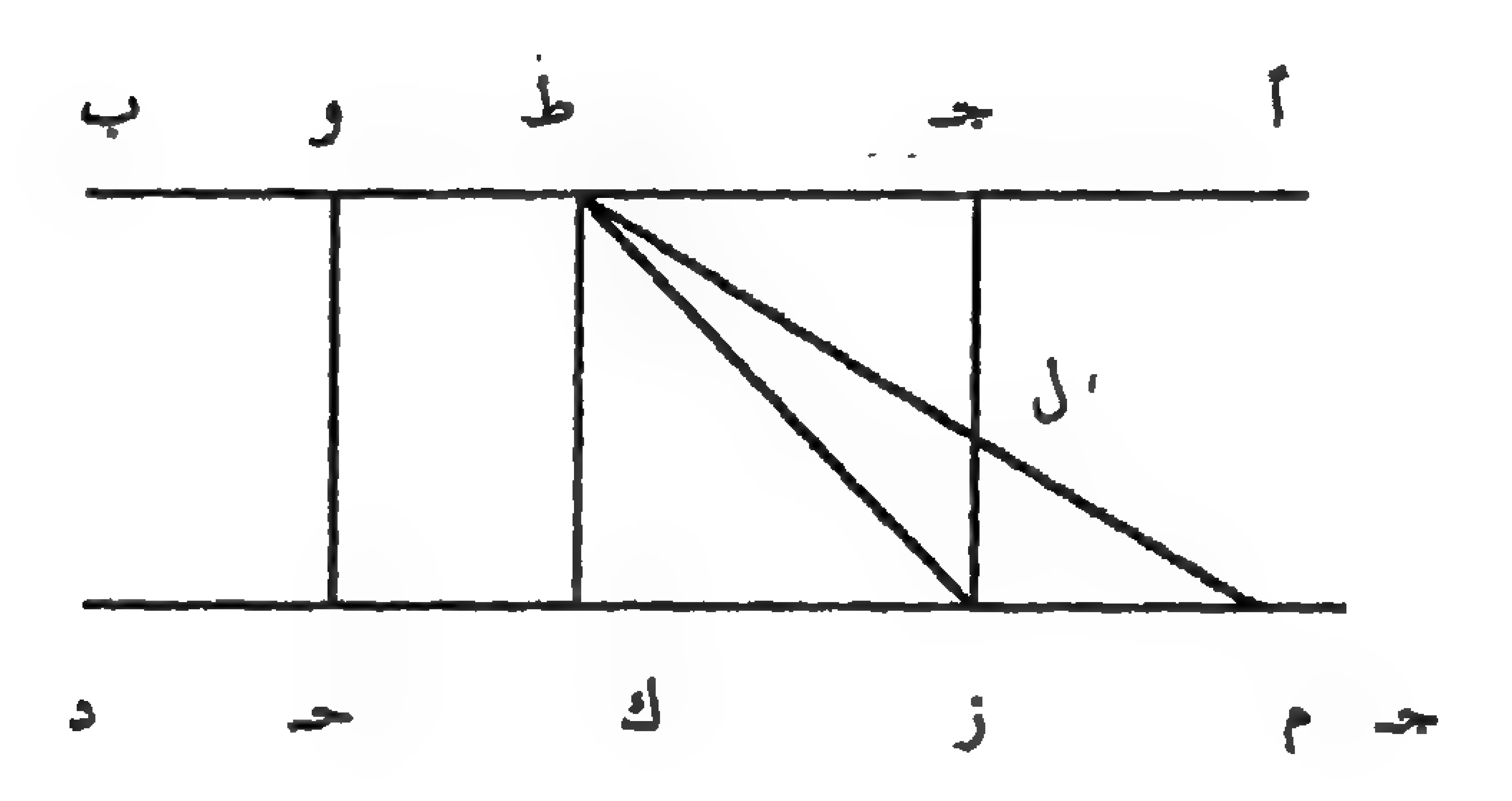
كل خطين مستقيمتين يكونان فى سطح ويخرج من نقطتين على أحدهما عمودان على الآخر يكونان متساويين، فهما أيضًا عمودان على ذلك الخط الأول، وكل الأعمدة الواقعة من كل واحد من الخطين على الآخر منهما من أية نقطة خرجت منهما، فهى أعمدة على صاحبه متساوية ومساوية للعمودين الأولين.

فليكن خطا أب ، جـ د المستقيمان فى سطح. لنخرج من نقطتى هـ، و من

خط أ ب عمودين على جـ د، وهما هـ ز، و ح، وليكونا متساويين. فإنهمـــــا عمودان على أ ب، وإن كل خط يخرج من نقطة على أحد خطـى أب، جـ د إلى الخط الآخر منهما، ويكون عمودًا عليه فهو أيضًا عمود على الخط الذى منه خرج ومساو لكل واحد من هـ ز، وح .

برهان ذلك :

إنا نعلّم على خط هـ و نقطة ط كيفما وقعت، ونخرج منها عمودًا على جـ د نعلّمه ط ك . فهو يلقى جـ د من غير أن يلقى واحدًا من خطى هـ ز، وح لأنه لو لقى أحدهما مثل ما لقيه خط ط ز لكانت زاوية هـ ز د العظمى مثل زاوية ط ز د الصغرى إذا كانتا جميعًا قائمتين .



هذا غير ممكن. ولو لقى أحدهما فقطعه على نقطة ل مثل ما لقى خط ط ل م خط هـ ز، لصارت زاوية هـ ز د الخارجة عن مثلث م ل ز مساوية لزاويـة ل م ز الداخلة منه التى تقابلها، وهذا غير ممكن. فعمـود ط ك إذا يلقـى خـط زح مـن غير أن يلقى واحدًا من عمودى هـ ز، و ح .

فلأن خطى أب، جـ د المستقيمين فى سطح وقد خرج فيما بينهما خطـا هـ ز، وح المستقيمان فلقياهمـا، وهمـا متسـاويان وقـد أحاطـا مـع جـ د بزاويتـين متساويتين من جهة واحدة إذا كانا عمودين عليه، فإن كل عمودين يقعـان علـى جـ د ويخرجان من نقطتين من خط أب فهما متساويان. لذلك يصير عمـود ط ك مساويًا لكل واحد من عمودى هـــ ز، وح . ولأن زاويتى هــ ز ك، ط ك ز مـن

سطح هـ ط ك ز ذى الأربعة أضلاع متساويتان إذا كانتا قائمتين وضلعى هــ ز، ط ك منه قد تبين أنهما متساويان، تكون زاويتا ز هـ ط، كِ ط هـ متساويتين.

وبمثل ذلك يبين ثابت أن زاويتى ك ط و، ح و ط مــن ذى الأربعة أضــلاع ط و ح ك متساويتان؛ وأن زاويتى ز هـ و، ح و هـ من ذى الأربعة أضلاع هــ و ح ز متساويتان. فتصير لذلك زاويتا ك ط هـ، ك ط و متســاويتين . فكــل واحــد منهما -إذن- قائمة . وقد كنا بينا أنهما متساويتان لزاويتــى ز هــ ط، ح و ط . فتصير هاتان الزاويتان -إذن- قائمتين أيضًا، ويصير خطا زهـ، ح و عمودين على أ ب. وكذلك عمود ط ك وكل عمود غيره يخــرج مــن أحــد خطــى أ ب، جــ د على الآخر، وتكون هذه الأعمدة مســاوية لعمــودى هــ ز، وح . وهــو المطلــوب إثباته .

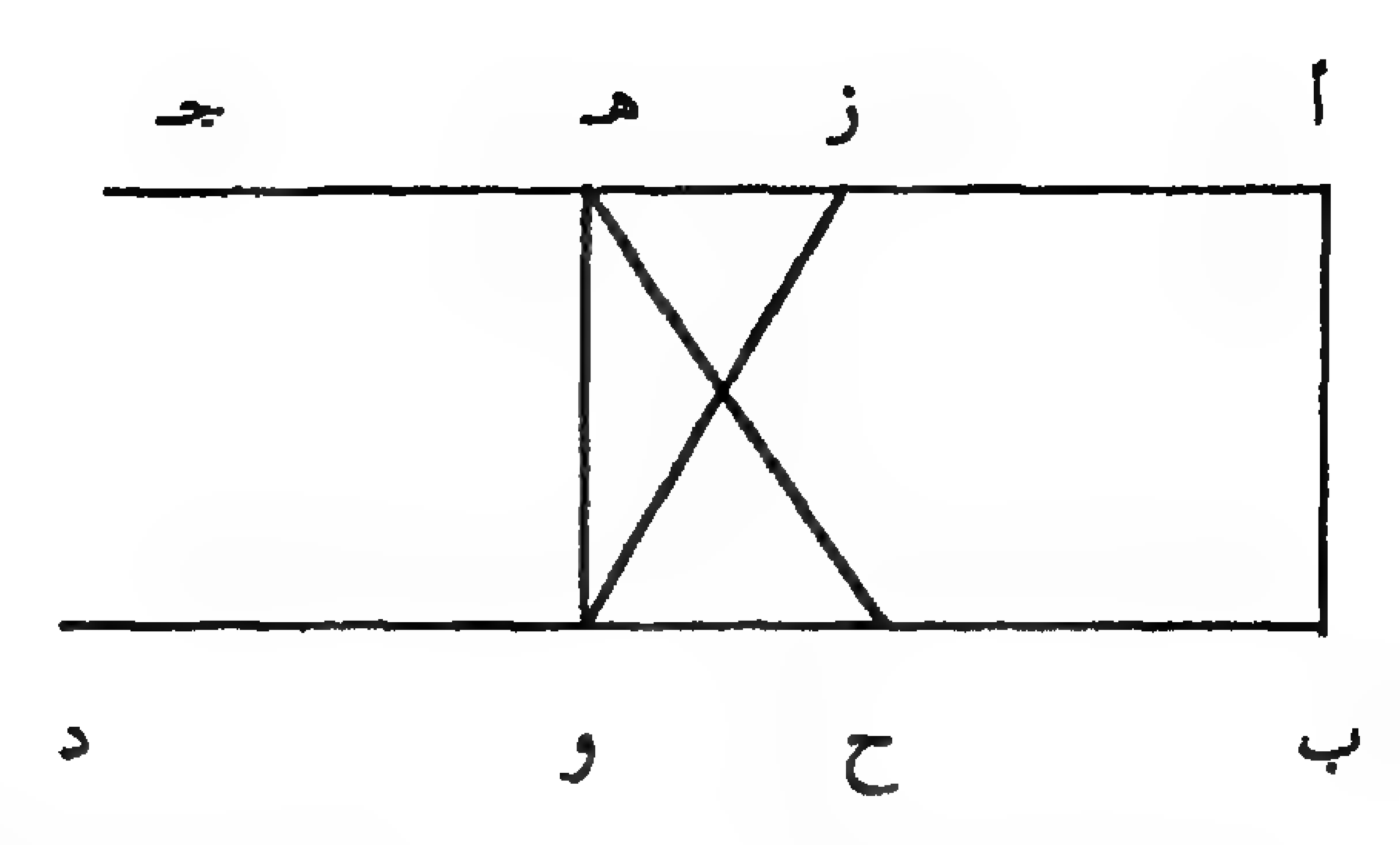
الشكل الخامس :

كل خطين مستقيمين يخرجــان مــن طرفــى خــط مستقيم فــى ســطح واحــد ويحيطان معه بزاويتين قائمتين، فإن كل عمود يخرج من نقطة على أحدهمــا ويقــع على الآخر، فهو أيضًا عمود على الخــط الأول منهمــا، وهــو مســاو للخــط الــذى خرج الخطان من طرفيه .

فلنخرج من طرفى خط أب المستقيم خطا أجـ، ب د فى سطح واحــد علــى زاويتين قائمتين، ولنخرج من نقطة هـ من أحدهما عمود هـ و وعلــى الآخــر الــذى هو ب د. فإن هـ و أيضًا عمود على أ جـ، وإنه مساو لخط أب .

برهان ذلك:

إن خط أهـ إما أن يكون مساويًا لخط ب و، وإما أطول منــه، وإمــا أقصــر. فإنه مساو له لايمكن غير ذلك. فإن أمكن غيره فليكن أولاً أطول منه. ونفصل منه مثله وهو أز ونخرج خط وز .



فيكون قد خرج من نقطتي و، ز من خط زو عمودان على أ ب، وهما زأ، وب وكانا متساويين. فهما -إذن- عمودان على زو أيضًا. فزاوية زوب قائمة وزاوية هـ و ب أيضًا قد كانت قائمة، فهى مساوية لها الكبرى للصغرى. هذا غير ممكن .

فليس أهـ بأطول من ب و؛ فليكن الآن أقصر منه إن أمكن ذلك؛ ونفصل من ب و مثله وهو ب ح .

فيكون قد خرج من نقطتى هـ، ح عمودان على أب وهما هـ أ، ح ب فكانا متساويين. فهما -إذن- عمودان على هـ ح؛ فزاوية هـ ح ب، وهى الخارجة عن مثلث و هـ ح، قائمة ومساوية لزاوية هـ و ح الداخلة التى تقابلها لأنها قد كانت قائمة. وهذا غير ممكن، فليس خط أهـ بأقصر من خط ب و .

وقد بين ثابت سابقًا أنه ليس بأطول منه، فهو -إذن- مثله. فذو الأربعة أضلاع أ ب و هـ قد تساوت منه زاويتا هـ أ ب، و ب أ وضلعا أ هـ، ب و أيضًا. فزاويتا أ هـ و، ب و هـ -إذن- متساويتان، وزاوية ب و هـ منهما قائمة. فزاوية أ هـ و -إذن- قائمة أيضًا ويصير هـ و عمودًا على أجـ.

فسطح أ ب و هـ ذو الأربعة أضلاع قد تساوت زاويتاه اللتان على ضلع ب و منه، وتساوت زاويتاه الباقيتين اللتان على أ هـ . فضلع هـ و -إذن- مساو لضلع أ ب .وكذلك كل عمود يخرج من خط أ جـ ويقع على خط ب د . وهو المطلوب إثباته .

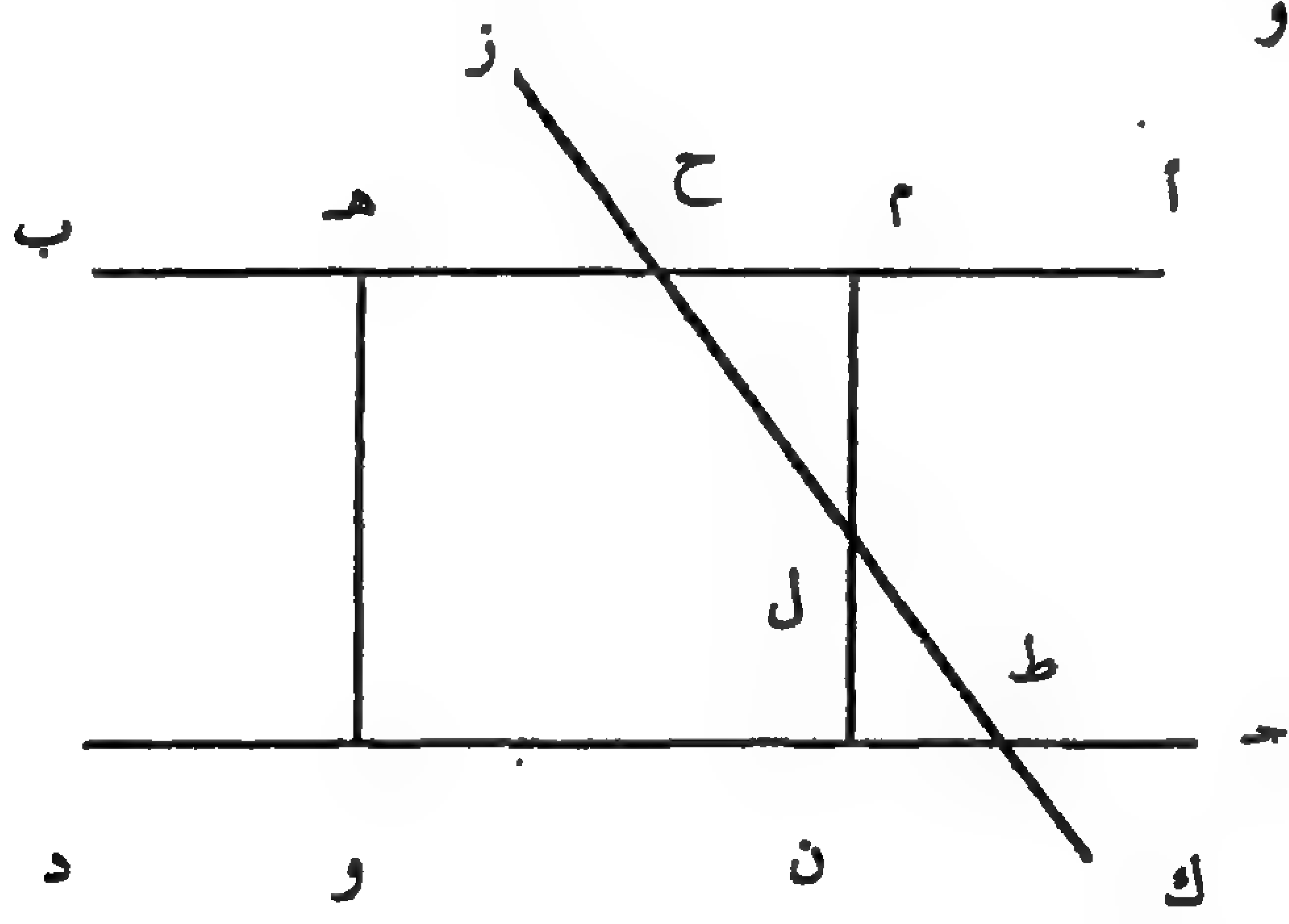
الشكل السادس:

إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين فى سطح واحد، فكان عمودًا عليهما جميعًا ؛ فإن كل خط مستقيم يقطعهما فهو يصيّر الزاويتين المتبادلتين متساويتين، ويصيّر الزاوية الخارجة مثل الداخلة التى تقابلها .

فليكن خطا أب، جـ د المستقيمان فى سطح واحد وليقع عليهما خط هـ و، وليكن عمودًا عليهما جميعًا، وليقطعهما خط ز ح ط ك . فإن زاويتى أ ح ط، د ط ح المتبادلتين متساويتان، وإن زاوية ز ح ب الخارجة مثل زاوية د ط ح الداخلة التى تقابلها .

برهان ذلك :

إنا نقسم خط ح ط بنصفين على نقطة ل، ونخرج من نقطة ل عمودًا على أب وهو ل م، وننفذه على استقامة إلى ن. فهو يلقى خط ط و لأنه إن لم يلقه لقى خط هـ و



وهذا غير ممكن إذا كان جميعًا قد خرجا من خط م هـ على زاويتين قائمتين؛ فليلقه على نقطة ن. فهو يكون عمودًا عليه أيضًا، لما سبق بيانه .

فتكون زاويتا ل م ح، م ل ح من مثلث م ح ل مساويتين لزاويتى ل ن ط، ط ل ن من مثلث ن ط ل، كل زاوية لنظيرتها، وضلع ل ح من المثلث الأول مساو لضلع ل ط من المثلث الثانى. فسائر الأضلاع والزوايا مساوية لنظائرها .

فزاوية م ح ل مساوية لزاوية ل ط ن، وهما المتبادلتان .

لكن زاوية م ح ل مساوية لزاوية ز ح ب المقابلة لها؛ فزاوية ز ح ل -إذن- الخارجة مساوية لزاوية د ط ح الداخلة التى تقابلها. وهو المطلوب إثباته .

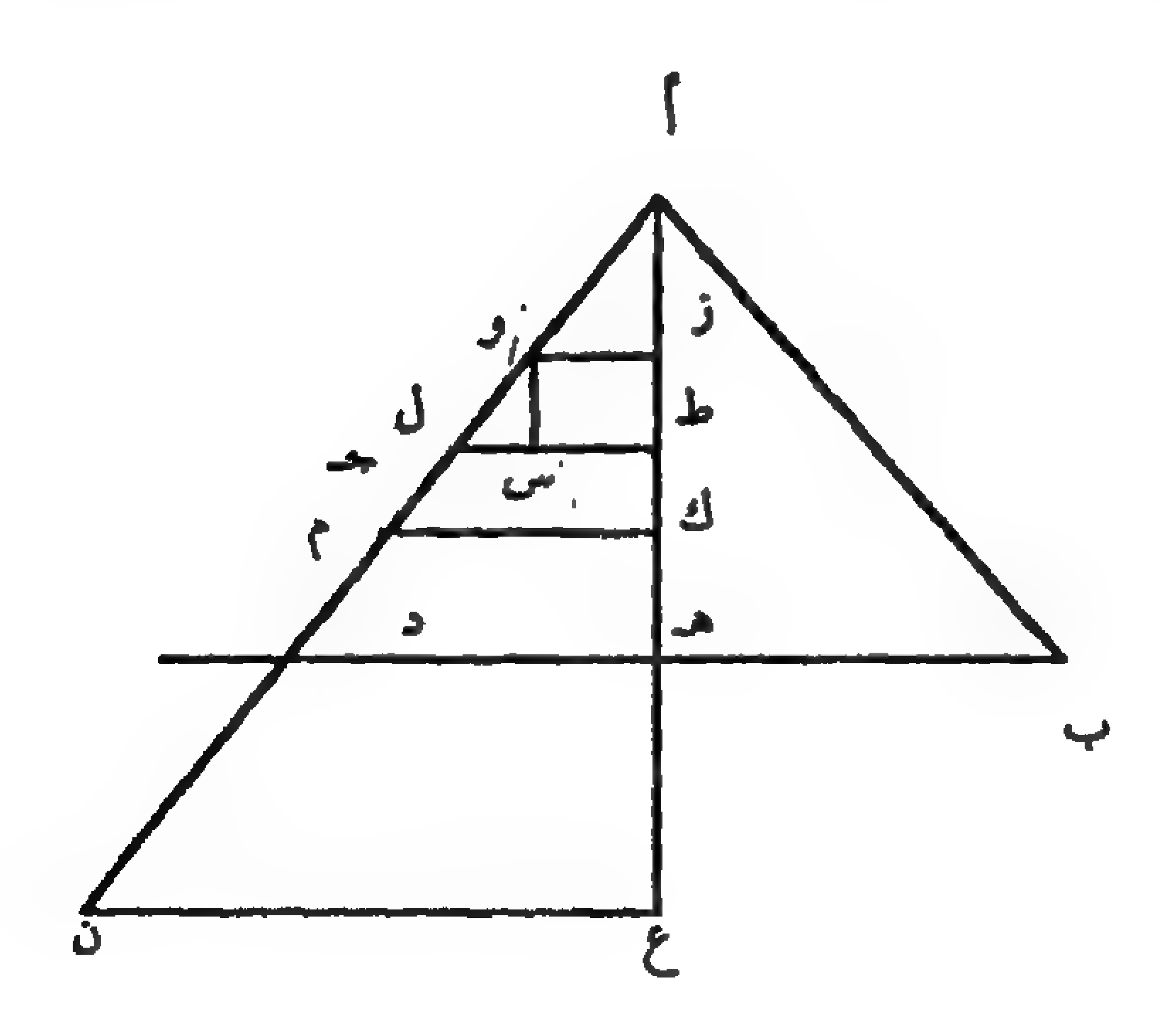
الشكل السابع:

إذا خرج مستقيمان من طرفى خط مستقيم فى سطح واحد على أقل من زاويتين قائمتين، فهما يلتقيان فى تلك الجهة .

فلنخرج من طرفى خط أب المستقيم خطى أجـ، ب د المستقيمان فى سطح واحد، ولتكن زاويتا ب أ جـ، أ ب د إذا جمعتا أقل من قائمتين. فإن خطى أ جـ، ب د إذا أخرجا فى جهة جـ، د التقيا .

برهان ذلك:

إن إحدى زاويتى ب أ جـ، أ ب د أقل من قائمة لامحالة؛ فلتكن هذه الزاوية زاوية أ ب د، ونخرج من نقطة أ عمودًا على ب د وهو أ هـ، ونعلّم على أجـ نقطة وكيفما وقعت ، ونخرج منها عمودًا على أ هـ وهو عمود و ز .



فخطا أ ز ، أ ن متناهيان وخط أ هـ أطول من خط أ ز . فقد يمكن أن يضاعف الأصغر منهما وهو أز حتى تصير أضعافه أطول من أ هـ. فلتكن أضعافه التى هى

أطول من أهـ خط أ ح . ونفصل من ز ح أمثالاً لخط أ ز وهى ز ط، ط ك، ك ح ونفصل من خط و جـ مثل خط أ و مرات بعدد ز ط، ط ك، ك ح وهى ول، ل م، م ن. فإن كان وجـ أقل من الكفاية لذلك زدنا فى طوله كلما قصر حتى يفى به. فإن خط أ ج قد قطع خط ب د .

برهان ذلك:

إنا نخرج من نقطة ط عمودًا على أهـ وهو ط س، ونخرج إليه عمودًا من نقطة و وهو وس، ونصل نقطة ل بنقطة س بخط ل س . فقد خرج من طرفى خط ز ظ المستقيم خطا ز و، ط س المستقيمان وأحاطا معه بزاويتين قائمتين، وأخرج من نقطة و من أحدهما عمود على الآخر وهو و س. فخط وس عمود على و ز أيضًا ومساو لخط ز ط . وقد كان خط ز ط مساويًا لخط أ ز، فخط و س -إذن- مساو لخط أ ز .

فأما خط ول فهو بين أنه يقع خارجًا عما بين خطى و س، ز ط؛ وذلك أن زاوية ز و س قائمة، وأن زاوية أ و ز أقل من قائمة، لأن زاوية أ ز و قائمة. وليس يكون فى مثلث واحد زاويتان قائمتان .

وأيضًا فإن خط و ز قد وقع على خطى أ ط، وس وكان عمودًا عليهما، وقد وقع عليهما أيضًا خط أ جـ المستقيم. فزاوية ل و س الخارجة مثل زاوية و أ ز الداخلة التى تقابلها. فقد تساوت هاتان الزاويتان من مثلثى أ و ز، و ل س. وقد كنا بينا أن ضلعى أز، وس منهما أيضًا متساويان ، وضلع أ وأيضًا من أحدهما قد كان مساويًا لضلع ول من الآخر. فالقاعدة -إذن- مساوية للقاعدة وسائر الزوايا لسائر الزوايا، كل زاوية لنظيرتها، زاوية و س ل مساوية لزاوية أ ز و؛ وزاوية أ ز و قائمة، فزاوية و س ل قائمة. وقد كانت زاوية و س ط أيضًا قائمة . فخطا ط س، س ل قد اتصلا على استقامة وصارا خطًا واحدًا. فالخط المستقيم الذى يصل فيما بين نقطتى ط، ل هو خط ط س ل بعينه وهو عمود على أ ح .

وفى ضوء ذلك أيضًا نبين أن خط ك م المستقيم الذى يصل بين نقطتى ك، م

عمود على أ ح، وأن خط ح ن عمود على أ ح. فزاوية أ ح ن -إذن- قائمة. ولكن زاوية ب هـ ح أيضًا قائمة لأنها مساوية لزاوية أ هـ د. فقد وقع على خطى ح ن، ب د المستقيمين خط أ هـ ح المستقيم، فصير الزاويتين المتبادلتين متساويتين. فهما -إذن- متوازيان لايلتقيان ولو أخرجا بلا نهاية .

لكن ح ن منهما قد لقيه خط أ جـ على نقطة ن؛ فقد جاز أ جـ إلى الجهة الأخرى عن خط ب د. فقد لقى -إذن- خط أ جـ خط ب د، فقطعه وجازه. وهو المطلوب إثباته .

ويلاحظ مما سبق أن ثابت فى محاولته لإقامة البرهان على المصادرة الخامسة فى هذه المقالة، قد اعتمد على افتراضه الذى ينص على تساوى الأبعاد بين الخطوط المتوازية. وهذا الافتراض لايصح إلا فى الهندسة الإقليدية فقط، لأن -وحسب هندسة لوباتشفسكى- النقاط المتحركة بانتظام على امتداد خط مستقيم ترسم أقواسًا من خطوط منحنية، يُقال إنها متساوية البعد، أو ترسم ملتقيات نقط (أمكنة هندسية) واقعة على مسافة متساوية من الخطوط المستقيمة[1] .

٣-أبو العباس النيريزى :

يخصص النيريزى جزءًا كبيرًا من شروحه لأصول إقليدس لنظرية الخطوط المتوازية، اعتمد فيه على التعريف الذى أعطاه سنبليقيوس Simplicius- والذى نقله عن بوسيدونيوس- والذى مفاده: "أن الخطين المتوازيين هما خطان واقعان فى سطح واحد، واللذان تبقى المسافة بينهما ثابتة مهما امتدا فى كلا الاتجاهين". وهو تعريف يكافئ مسلمة التوازى نفسها[2] .

وقد استنتج النيريزى استنادًا إلى ذلك بضع حقائق أخرى مكافئة كلها للمسلمة الخامسة لإقليدس، منها مثلاً: "المستقيمان العموديان على مستقيم واحد متوازيان، والمستقيم القاطع لمستقيمين متوازيين يصنع معهما زاويتين داخليتين،

---

(١) انظر: روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٦ .

(٢) د.سعيدان: إقليدس، ص: ٥٥، ٥٦ .

على جهة واحدة بمجموعهما قائمتان"[1] .

ويمكن القول إن محاولة النيريزى بصدد المصادرة الخامسة كان لها تأثير على ابن الهيثم فيما بعد، كما أن طريقته فى تقسيم المربع ظهرت فى الغرب الأوروبى سنة ١٨٤٢م على يد جوبل Gobel[2].

هذه هى المحاولات التى بذلها الرياضيون العرب فى القرنين الثانى والثالث الهجريين، وذلك لحل إشكالية المصادرة الخامسة لإقليدس. تلك الجهود التى مثلت أمام كل من ابن الهيثم وعمر الخيام فى القرنين الرابع والخامس الهجريين، فما موقفهما من هذه الجهود؟ وهل استطاعا أن يقدما حلاً صحيحًا لهذه الإشكالية؟

---

(١) د.على مصطفى بن الأشهر: نظرية المتوازيات فى الهندسة العربية والإسلامية (ضمن المجلة العربية للعلوم، العدد ٣٦)، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، تونس، ٢٠٠٠م، ص:١٠٣.

(٢) المرجع السابق، ص: ١٠٦.

الفصل الخامس

العلماء العرب وموقفهم من المصادرة الخامسة

في القرنين الرابع والخامس الهجريين

استمرت الجهود العربية الإسلامية بصدد المصادرة الخامسة أيضًا فى القرنين الرابع والخامس الهجريين، فقد تناول كل من ابن الهيثم وعمر الخيام هذه المصادرة بالبحث والتحليل وانتهيا إلى حلول علمية دقيقة، كانت لها أثر واضح فى العلماء المسلمين من ناحية والغربيين من ناحية أخرى. ولذلك رأينا ضرورة إبراز دورهما الهام فى هذا المجال .

أولاً: ابن الهيثم:

تعرض ابن الهيثم لمصادرة التوازى فى كتابين له، أحدهما: هو "شرح مصادرات إقليدس فى الأصول" والآخر "حل شكوك كتاب إقليدس فى الأصول وشرح معانيه". ففى كتابه الأول يضع ابن الهيثم طريقة لرسم المتوازيات مؤداها "أن الخطوط المتوازية ليست إلا خطوطًا يكون البعد بينها متساويًا دائمًا". وهذا التعريف للمتوازيات يغنينا عن استعمال مصاردة إقليدس لأنه مكافئ لها[1].

وينطلق ابن الهيثم فى كتابه هذا من تبنيه مفهوم "الحركة المنتظمة" -أى الحركى بسرعة ثابتة على طول خط مستقيم لقاطع عمودى -الذى اعتمد عليه ثابت بن قرة، كما سبق أن ذكرنا. وإذا كانت حركة الخط حركة واحدة بسيطة أو منتظمة، فإن جميع النقط التى على ذلك الخط تتحرك حركات متساوية متشابهة، لأن حركات النقط التى على ذلك الخط فى حال حركة الخط متشابهة فى جميع أحوالها[2]. وهذه المقولة متكافئة مع مصادرة إقليدس الخامسة[3] .

ثم يحاول ابن الهيثم أن يبرهن على المصادرة الخامسة من خلال المضلع الرباعى الذى يحتوى على ثلاث زوايا قائمة. فيقدم لذلك البرهان المقدمة

---

(١) انظر: د.خليل جاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٣. شربل: الرياضيات فى الحضارة الإسلامية، ص: ١٧٩. أحمد سعيد الدمرداش: الحسن بن الهيثم (سلسلة أعلام العرب) دار الكاتب العربى، مصر، ١٩٦٩م، ص: ١٧٠-١٧٣ .

(٢) ابن الهيثم: شرح مصادرات إقليدس فى الأصول، تحقيق: د.خليل جاويش.(ضمن كتاب نظرية المتوازيات) ص: ٨٨ .

(٣) روزنفيلد يوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٨ .

التالية[1]:

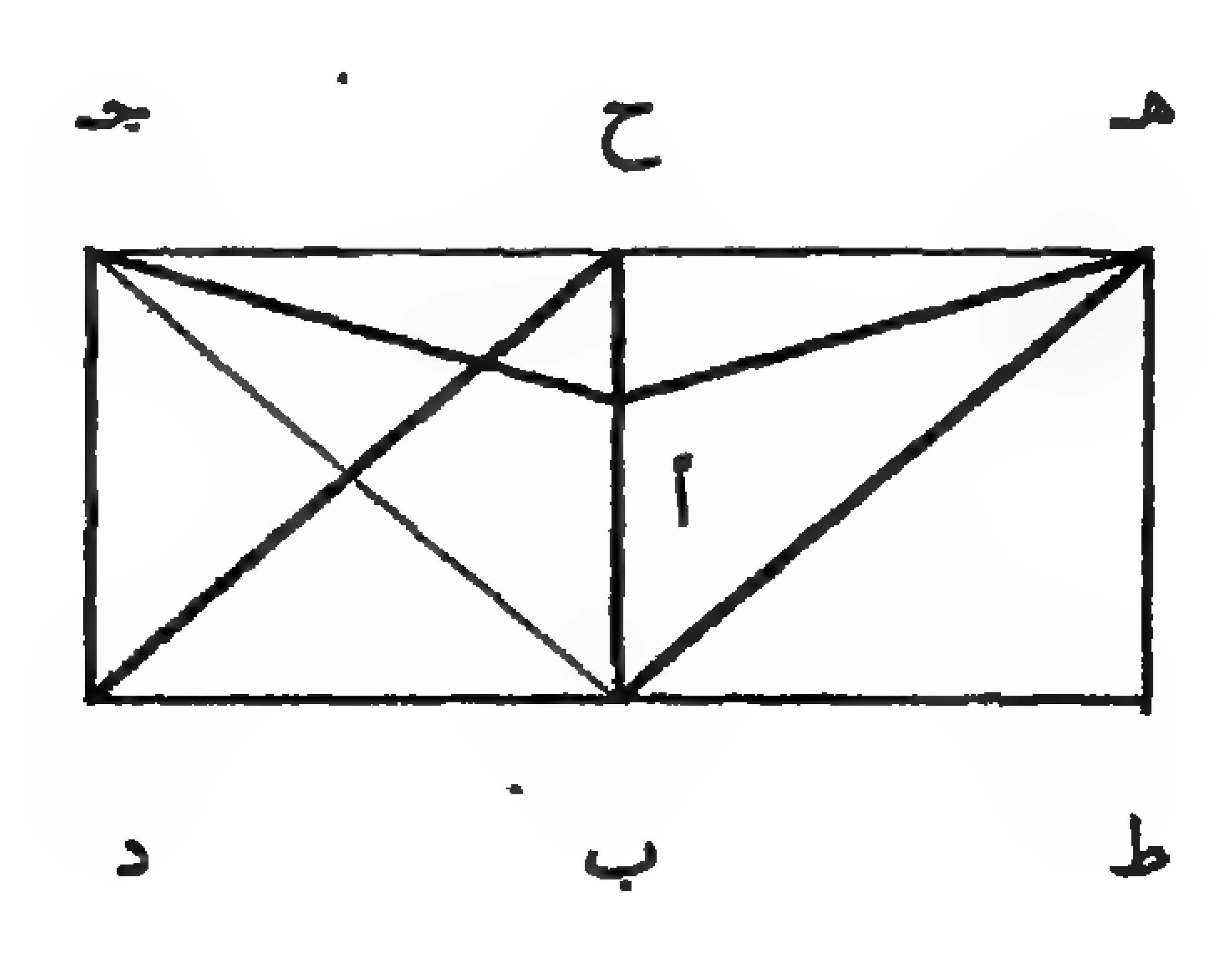
"إذا أخرج من طرفى خط مستقيم متناه خطان مستقيمان يحيطان مع الخط الأول بزاويتين قائمتين، فإن كل عمود يخرج من أحد هذين الخطين على الآخر، فإنه مساو للخط الأول الذى يحيط مع هذين الخطين بزاويتين قائمتين. ويحيط كل عمود يخرج من أحد الخطين المذكورين على الآخر مع الخط الذى يخرج منه بزاوية قائمة" .

مثال ذلك: خط أ ب خرج من طرفيه -وهما أ، جـ- خطا أجـ، ب د. وكانت زاويتا جـ أ ب، د ب أ كل واحدة منهما زاوية قائمة. ثم فرض على خط أ جـ نقطة جـ وأخرج منها عمود جـ د على خط ب د. فإن جـ د مساو لخط أ ب .

برهان ذلك:

إنه لايمكن غيره؛ فإن أمكن، فليكن غير مساو. وإذا لم يكن جـ د مساويًا لـ ب؛ فهو إما أعظم منه أو أصغر .فليكن أولاً أعظم منه.

ونخرج خط جـ أ على استقامة فى جهة أ، وليكن أ هـ، ونخرج د ب أيضًا على استقامة فى جهة ب، وليكن ب ط. ونفصل أ هـ مثل أ جـ ونخرج من نقطة هـ عمودًا على خط ب ط وليكن هـ ط. ونصل خطى جـ ب، ب هـ فلأن خط جـ أ مثل خط هـ أ .



(١) ابن الهيثم: شرح مصادرات إقليدس، ص: ٩٢-٩٦.

وخط أ ب مشترك يكون خطا جـ أ، أ ب مساويين لخطى أ هـ، أ ب. وزاويتا جـ أ ب، هـ أ ب متساويتان لأنهما قائمتان. فقاعدة جـ ب مساوية لقاعدة هـ ب. فمثلث جـ أ ب مساو لمثلث هـ أ ب، وسائر الزوايا مساوية لسائر الزوايا. فزاوية جـ ب أ مساوية لزاوية هـ ب أ .

وجميع زاوية أ ب د مساوية لجميع زاوية أ ب ط. فتبقى زاوية جـ ب د مساوية لزاوية هـ ب ط. وزاوية جـ د ب مساوية لزاوية هـ ط ب لأنهما قائمتان. فمثلث جـ د ب مساو لمثلث هـ ط ب لأن زاويتين من أحدهما مساويتان لزاويتين من الآخر، وخطا جـ ب، ب هـ منهما متساويان. فخط جـ د مساو لخط هـ ط. وقد كان جـ د أعظم من أ ب، فخط هـ ط أعظم من أ ب .

ونتخيل خط هـ ط متحركًا على خط ط ب، وهو فى حال حركته قائم عليه حتى تكون زاوية هـ ط ب فى جميع زمان حركة هـ ط أبدًا قائمة. فإذا انتهت نقطة ط بحركة خط هـ ط إلى نقطة ب انطبق خط هـ ط على ب أ، لأن زاويتى هـ ط ب، أ ب ط متساويتان لأن كل واحدة منهما قائمة.

وإذا انطبق خط هـ ط على خط ب أ، فإن نقطة هـ تكون خارجة عن خط أب، وأرفع من نقطة أ لأن خط هـ ط قد تبين أنه أعظم من خط ل ب. فليكن خط هـ ط فى حال انطباقه على خط ب أ هو خط ب ح.

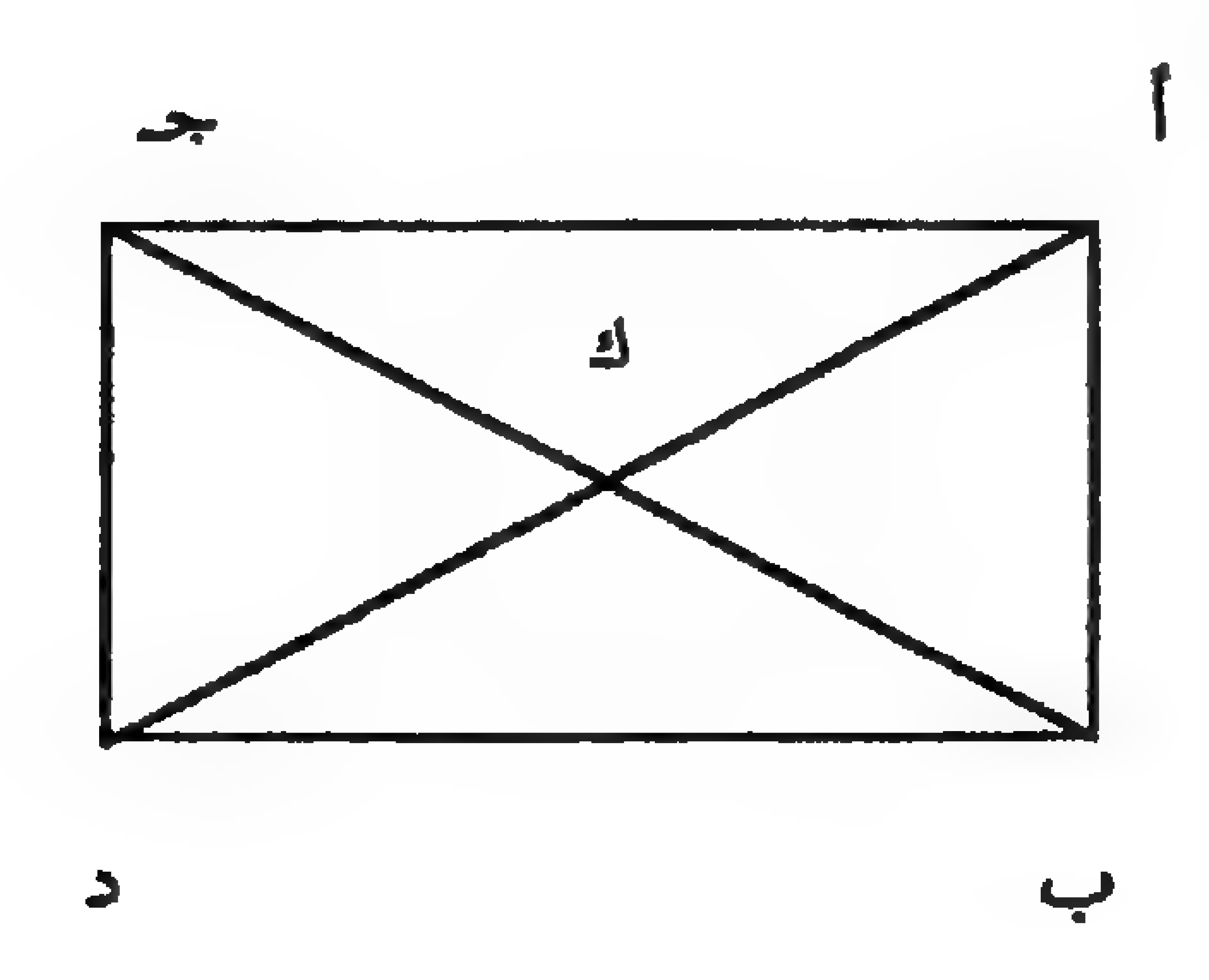
ونتخيل أيضًا خط ب ح من بعد هذه الحال متحركًا إلى جهة جـ د وهو على مثل وضعه الأول. فإذا انتهت نقطة ب بحركة خط ب ح إلى نقطة د إنطبق خط ب ح على خط د جـ، لأن زاويتى ح ب د، جـ د ب متساويتان لأنهما قائمتان. وإذا انطبق خط ب ح على خط جـ د انطبقت نقطة ح على نقطة جـ، لأن خط ح ب هو خط هـ ط، وخط هـ ط مساو لخط جـ د. وإذا انتهى خط ب ح الذى هو خط هـ ط إلى خط جـ د وانطبق عليه، يكون خط هـ ط قد تحرك على خط ط ر، وانتهت نقطة ط منه إلى نقطة د، وانتهت نقطة هـ منه إلى نقطة جـ .

وقد تبين فيما تقدم عند تحديد الخطوط المتوازية أن كل خط يتحرك على

هذه الصفة، فإن نهايته العليا ترسم خطًا مستقيمًا. فنقطة هـ عند حركة خط هـ ط على خط ط ب د ترسم خطًا مستقيمًا، فليكن الخط الذى ترسمه نقطة هـ خط هـ ح جـ. فخط هـ ح جـ خط مستقيم، وخط هـ أ جـ خط مستقيم بالفرض. ونقطة ح قد تبين أنها أرفع من نقطة أ؛ فخط هـ ح جـ هو غير خط هـ أ جـ. ونقطتا هـ، جـ مشتركتان لهذين الخطين وهما مستقيمان. فيكون خطان مستقيمان قد أحاطا بسطح، وهذا محال. وهذا المحال لزم من فرضنا خط جـ د أعظم من خط أ ب . فليس خط جـ د أعظم من خط أ ب. وكذلك يتبين أنه لايمكن أن يكون أصغر منه، لأنه إن كان أصغر منه كانت نقطة ح أخفض من نقطة أ، وكان خط هـ ح جـ تحت خط هـ أ جـ، وكان أيضًا خطان مستقيمان قد أحاطا بسطح. فليس خط جـ د أعظم من خط أ ب ولا أصغر منه؛ فهو مساو له. وكذلك كل عمود يخرج من خط أ جـ على خط ب د، فهو مساو لخط أ ب.

وينتهى ابن الهيثم من خلال ما سبق إلى أن زاوية د جـ أ قائمة، ويُقدم البرهان على ذلك كما يلى:

إنا نصل بخط نقطتى أ ، د وليقطع خط ب جـ على نقطة ك؛ فيكون خط أ ب مساويًا لخط جـ د، و ب د مشترك؛ فخطا أ ب، ب د مثل خطى جـ د، دب وزاوية أ ب د مثل زاوية جـ د ب لأنهما قائمتان؛ فقاعدة أد مثل قاعدة جـ ب ومثلث أ ب د مساو لمثلث جـ د ب وسائر الزوايا مساوية لسائر الزوايا. فزاوية د أ ب مثل زاوية ب جـ د، وزاوية أ د ب مثل زاوية جـ ب د، وجميع زاوية جـ د ب مثل جميع زاوية أ ب د .



فتبقى زاوية أ ب ك مثل زاوية ك د جـ. وقد كانت ك أ ب مثل زاوية ك جـ د، وخط أ ب مثل خط جـ د. فمثلث أ ك ب مساو لمثلث جـ ك د، فخط أ ك مساو لخط ك جـ لأنهما يوتران زاويتى أ ب ك، ك د جـ المتساويتين.

وإذا كان خط أ ك مساويًا لخط ك جـ، فإن زاوية ك أ جـ مساوية لزاوية ك جـ أ. وقد كانت زاوية ك أ ب مساوية لزاوية ك جـ د، فجميع زاوية ب أ جـ مساوية لجميع زاوية د جـ أ؛ وزاوية ب أ جـ قائمة؛ فزاوية د جـ أ قائمة. فكل عمود يخرج من خط أ جـ على خط ب د، فإنه مساو لخط أ ب ويحيط مع خط أ جـ بزاوية قائمة .

وكذلك كل عمود يخرج من خط ب د على خط أ جـ، فإنه يكون مساو لخط أ ب ويحيط مع خط ب د بزاوية قائمة، لأن البرهان فى هذه الأعمدة مثل البرهان فى الأعمدة الخارجة من خط أ جـ على خط ب د. وهو المطلوب إثباته.

ويتبين أيضًا من هذا البيان أن خط جـ أ مساو لخط د ب. وذلك أنه قد خرج من طرفى خط ب د المستقيم خطا ب أ، د جـ المستقيمان وأحاطا مع خط ب د بزاويتين قائمتين، وهما زاويتا أ ب د، جـ د ب؛ وخط جـ أ عمود على خط أ ب؛ فخط جـ أ مساو لخط د ب .

برهان المصادرة الخامسة:

فى ضوء ما سبق يبرهن ابن الهيثم على المصادرة الخامسة كما يلى:

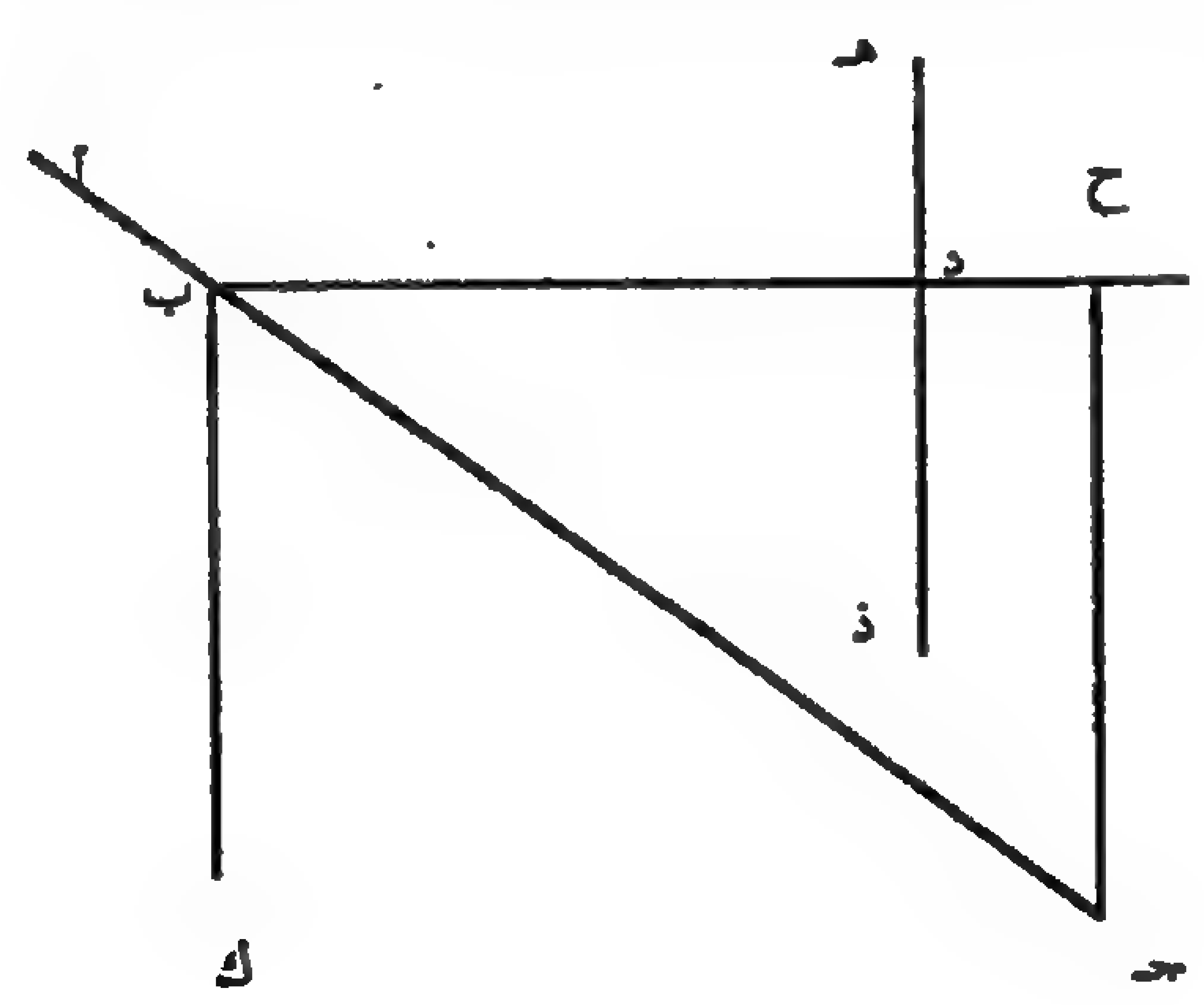
فليكن خطان مستقيمان، وهما أ ب جـ، هـ د ذ. وليقع عليهما خط ب د ؛ ولتكن زاويتا ب ج، ب د ذ أقل من قائمتين. فإن خطى أ جـ، د ذ إذا أخرجا إلى غير نهاية فى جهة جـ ، ذ التقيا .

برهان ذلك:

إن زاويتى د ب جـ، ب د ذ المجموعتين أقل من قائمتين. فإحدى هاتين الزاويتين على تصاريف الأحوال أصغر من قائمة، لأنه إن كانت كل واحدة منهما ليست بأصغر من قائمة، فإن مجموعهما ليس بأصغر من قائمتين؛ ومجموعهما

بالفرض أصغر من قائمتين. فإحداهما على تصاريف الأحوال أصغر من قائمة؛ فلتكن زاوية د ب جـ أصغر من قائمة .

وإذا كانت زاوية د ب جـ أصغر من قائمة، فإن زاوية ب د ذ قد يمكن أن تكون أصغر من قائمة، ويمكن أن تكون أعظم من قائمة، ويمكن أن تكون قائمة. فلتكن زاوية ب د ذ أولاً قائمة، ونخرج من نقطة ب خط ب ك يحيط مع خط ب د بزاوية قائمة وهى زاوية د ب ك. ونفرض على خط ب جـ نقطة كيفما اتفق، ولتكن نقطة جـ. ونخرج من نقطة جـ عمودًا على ب د. فهو يقع على خط ب د أو خارجًا عنه فى جهة د. وليس يقع خارجًا عن خط ب د فى جهة ب، لأن خط ب د إذا أخرج على استقامة فى جهة ب أحاط مع خط ب جـ بزاوية منفرجة خارجة عن خط ب د. فإذا وقع العمود على خط د ب خارجًا عن نقطة ب؛ حدث مثلث زاوية منه قائمة، وهى التى عند طرف العمود؛ وزاوية منه منفرجة، وهى التى عند نقطة ب. وهذا محال لأنه قد تبين فى الشكل السابع عشر من المقالة الأولى أن كل زاويتين من مثلث، فهما أصغر من قائمتين.



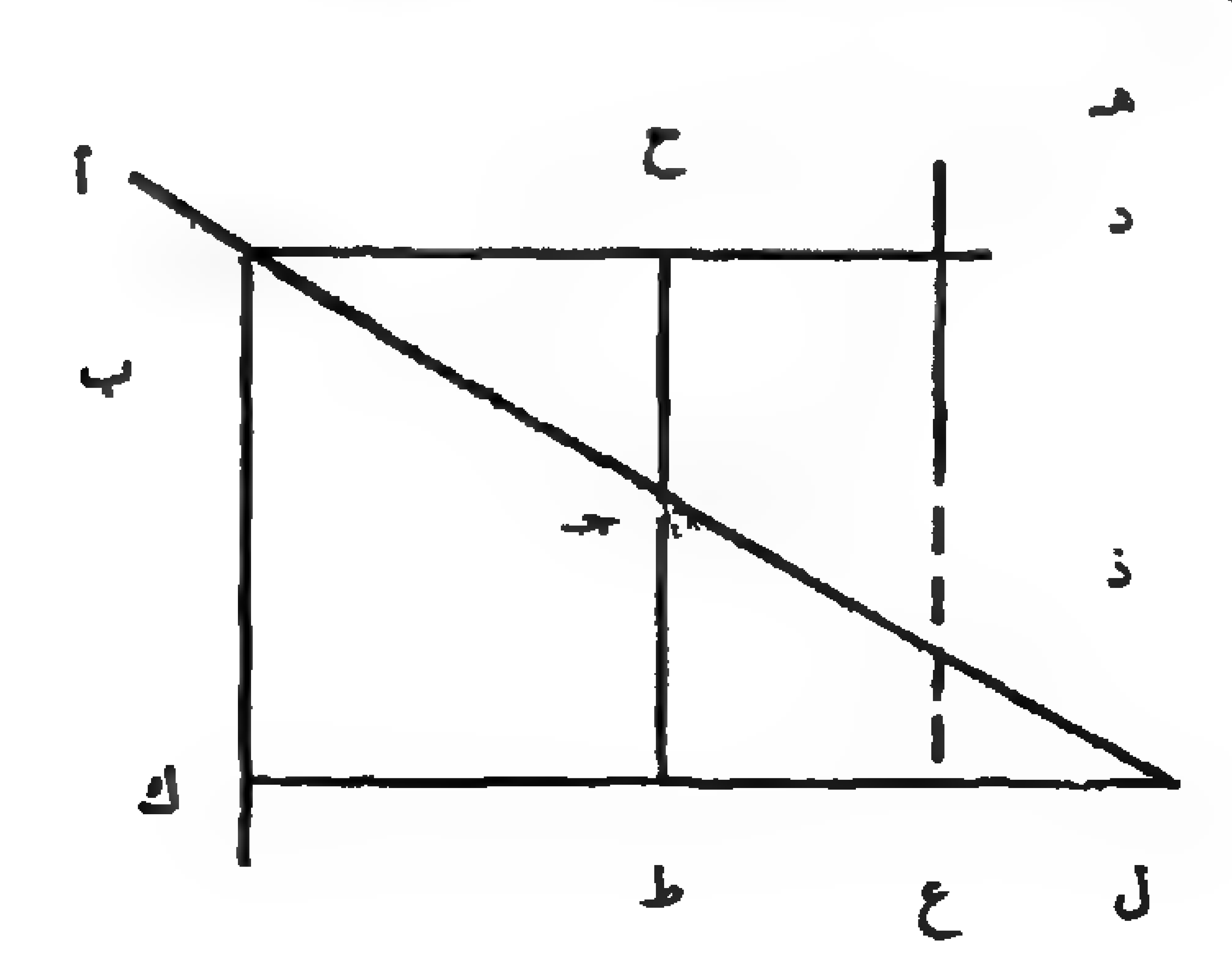
والعمود الخارج من نقطة جـ على خط ب د، يقع فى جهة د وليس يقع على نقطة د؛ لأنه إن وقع على نقطة د حدثت زاوية قائمة أصغر من زاوية ب د ذ القائمة، لأن الخط الخارج من نقطة جـ إلى نقطة د يقطع خط د ذ على نقطة د إذا لم تكن نقطة جـ على خط د ذ، فتكون زاويتان قائمتان غير متساويتان وهذا محال. فليس يقع العمود على نقطة د. فالعمود الواقع من نقطة جـ على خط ب د

يلقى خط ب د على نقطة فيما بين نقطتى ب، د أو على نقطة خارجة عن نقطة د .

وإذا لقى هذا العمود خط ب د علىنقطة خارجة عن نقطـة د، فإنـه يحدث مثلث قائم الزاوية، وتكون نقطة د على ضلع ذلك المثلث وقد خرج منهـا خـط د ذ على زاوية قائمة، وهى زاوية ب د ذ؛ فخط د ذ يقع فـى داخـل ذلـك المثلـث. وإذا أخرج خط د ذ على استقامة إلى غـير نهايـة فهـو يقطـع أحـد ضلعى المثلث القائم الزاوية أو يمر برأس المثلث. وليس يجوز أن يقطع خط د ذ العمود الواقع مـن نقطة جـ على خط ب د ولايمر برأس المثلـث، لأنـه إن قطـع العمـود أو مـر بـرأس المثلث حدث مثلث زاويتان منه قائمتـان، وهـذا محـال. فليـس يقطـع خـط دذ إذا خرج على استقامة إلا خط ب جـ، وإذا قطع خـط ب جـ، فقـد التقيـا خطـا ب جـ، د ذ .

وإذا لم يلق العمود الخارج من نقطة جـ خط ب د علـى نقطـة خارجـة عـن نقطة د و لم يلقه على نقطة د، فهو يلقاه على نقطة فيما بين نقطتى ب ، د. فليكن العمود خط جـ ح، ونقطة ح فيما بين نقطتى ب، د. ونخرج جـ ح على اسـتقامة فى جهة جـ، ونخرج ب جــ أيضًـا علـى استقامة فـى جهـة جـ؛ ونفصـل جــ ل مساويًا لـ جـ ب، ونفصل جـ ط مساويًا لـ جـ ح، ونصل ل ط .

فلأن خطى ل جـ، جـ ط مساويان لخطى ب جــ، جــ ح وزاويتـى ل جـ ط، ب جـ ح المتقابلتين متسـاويتان، تكـون قـاعدة ل ط مسـاوية لقـاعدة ب ح، وتكون الزوايا مساوية للزوايا كل واحدة لنظيرتها. فزاوية جـ ط ل مساوية لزاوية جـ ح ب القائمة، فزاوية جـ ط ل قائمة .

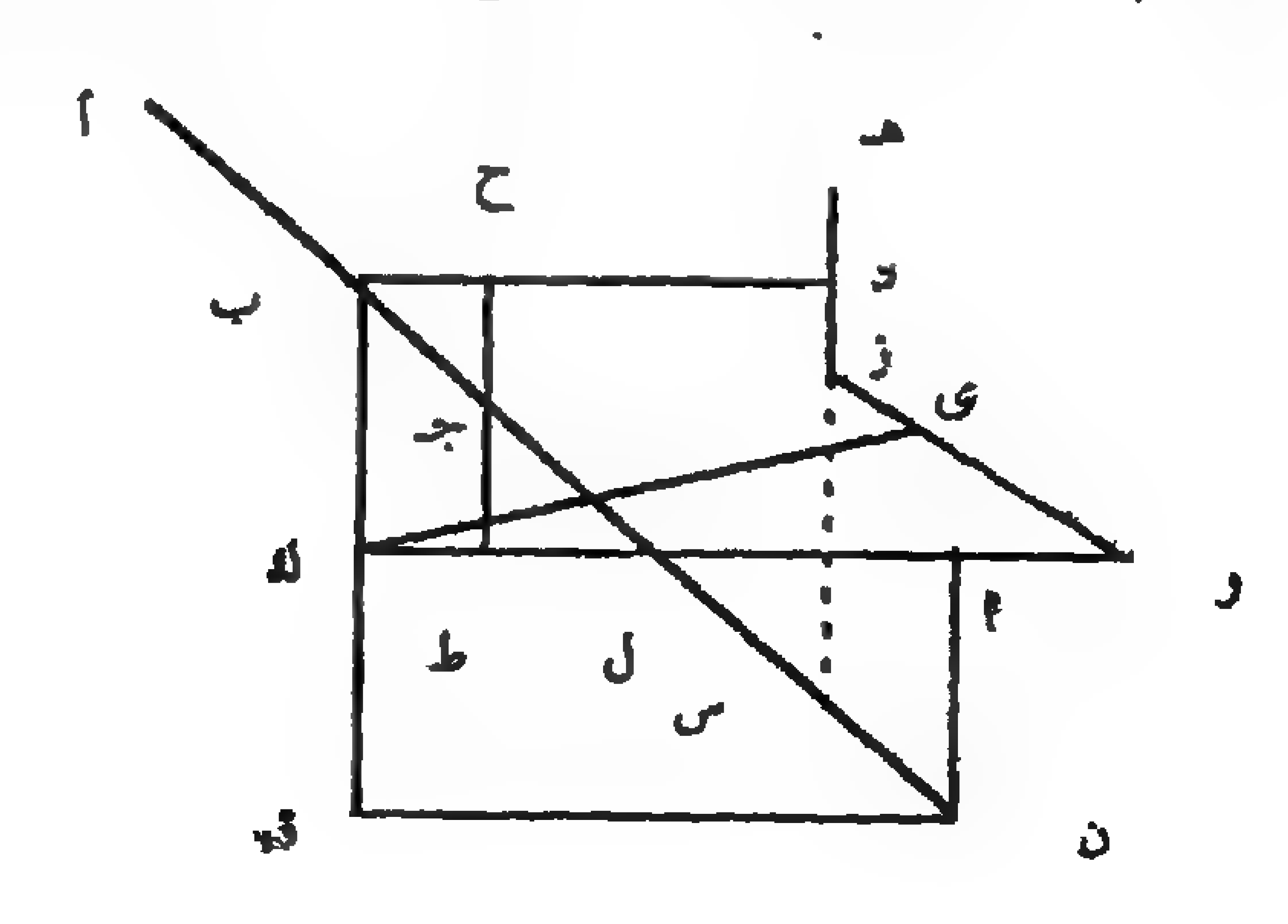


ونخرج من نقطة ط عمودًا عن خط ب ك، وليكن ط ك؛ فيكون خط ط ك مساويًا لخط ح ب، وتكون زاوية ك ط ح قائمة كما تبين في المقدمة، وزاوية جـ ط ل قائمة؛ فخط ل ط ك مستقيم. وخط ل ط قد تبيّن أنه مساو لخط ب ح. فخط ل ك ضعف خط ب ح .

فإذا كان خط ل ك أعظم من خط ب د، ونقطة ع هي على خط ل ك؛ وإذا انتهى خط د ذ إلى نقطة ع، بعد إخراجه على استقامته في جهة ذ، فقد لقى خط ل ك، وكانت نقطة ع فيما بين نقطتي ك، ل؛ فيكون خط د ذ قد قطع خط ب ل.

فيكون خطا د ذ، ب جـ إذا أخرجا على استقامة في جهة ذ، جـ قد التقيا. وذلك يكون إذا كان خط ب ك أعظم من خط ب د. وإلا فإنّا نخرج خط ب ل على استقامته في جهة ل، ونخرج خط ك ل أيضًا على استقامته في جهة ل، ونفصل ل ن مثل ل ب و ل م مثل ل ك، ونصل ن، م .فيكون خطا ن ل، ل م مثل خطي ب ل، ل ك .

وزاويتا ن ل م، ب ل ك المتقابلتان متساويتان. فقاعدة م ن مثل قاعدة ب ك، ومثلث ن ل م مثل مثلث ب ل ك، وسائر الزوايا مثل سائر الزوايا كل واحدة مساوية لنظيرتها. فزاوية ن م ل، مساوية لزاوية ب ك ل؛ وزاوية ب ك ل قائمة، فزاوية ن م ل قائمة. وخط ل م مثل خط ل ك، وخط ل ك ضعف خط ب ح. فخط م ك أربعة أضعاف خط ح ب . ونخرج من نقطة ن عمودًا على خط ب ك



وما يتصل به، وليكن ن ق ، فيكون ن ق مساويًا لخط م ك بالمقدمة. فيكون خط ن ق أربعة أضعاف خط ب ح .

وإذا أخرجنا خطي ب ن، ق ن، على استقامة فى جهة نقطة ن، وفصلنا منهما خطين مساويين لخطى ب ن، ق ن، ووصلنا بين طرفيهما حدث مثلث مساو لمثلث ب ق ن. وإذا أخرجنا من رأس المثلث عمودًا على خط ب ق وما يتصل به، كان ذلك العمود ضعف عمود ن ق. وعمود ن ق أربعة أضعاف خط ب ح. فيكون ذلك العمود ثمانية أضعاف خط ب ح؛ وذلك العمود يكون خارجًا من نقطة على خط ب ن، وما يتصل به على خط ب ك وما يتصل به .

وبذلك يمكن أن نجد أعمدة خارجة من خط ب ن على خط ب ك وما يتصل به لانهاية لعددها، كل واحد منها أضعاف لخط ب ح، وكل واحد منها ضعف لما قبله. وكل خطين مختلفين ، فإن الأصغر إذا ضوعف أضعافًا بلا نهاية، فإنه ستنتهى الأضعاف إلى مقدار أعظم من المقدار الأعظم. وهذه مقدمة أولى لاتحتاج إلى بيان وقد استعملها إقليدس فى كتابه من غير أن يبينها، لأنها ظاهرة لامدافعة فيها .

وينتهى ابن الهيثم مما سبق إلى أنه يمكن أن يوجد عمود خارج من نقطة من خط ب ن وما يتصل به واقعًا على خط ب ك وما يتصل به، ويكون أعظم من خط دب. فليكن ذلك العمود عمود ن ق، ون ق مثل م ك؛ فخط م ك أعظم من خط ب د. فنفصل ك ع، مثل ب د؛ فإن خط د ذ إذا أخرج على استقامة لقى خط ك م، ويلقاه على نقطة ع .

وإما أن يلقى خط ك م، فإنه لايمكن غيره؛ فإن أمكن فلا يلقى خط ك م وإن أخرجا إلى غير نهاية. ونخرج من نقطة ك عمودًا على خط دذ وما يتصل به. وليكن ك ى؛ فخط ك ى هو غير خط ك م، لأنه إن كان خط ك م، فإن نقطة ى تكون هى على خط ك م، أو ما يتصل به. ونقطة ى هى خط د ذ ى. فإن كان خط ك ى ليس هو خط ك م، فإن نقطة ى مشتركة لخطى د ى، ك م؛ فخط د ى قد لقى خط ك م، وقد كان خط د ى لايلقى خط ك م؛ فخط ك ى ليس هو

خط ك م. وإذا لم يكن خط ك م، فهو مقاطع له لأن نقطة ك مشتركة لهما. فزاوية ى ك ب غير زاوية م ك ب. وخطا ب ك، د ى خارجان من طرفى خط ب د ومحيطان معه بزاويتين قائمتين، وهما زاويتا د ب ك، ب د ى؛ وك ى عمود على خط د ى ؛ فزاوية ى ك ب قائمة كما تبين فى المقدمة؛ وزاوية م ك ب قائمة. فهما متساويتان، وهذا محال. وهذا المحال عرض من فرضنا عمود ك ى غير خط ك م .

فليس يخرج من نقطة ك عمود على خط د ى وما يتصل به، غير خط ك م. وإذا كان خط ك م عمودًا على خط د ى أو ما يتصل به، فخط د ى يلقى خط ك م على مسقط العمود. فلا يلقاه-إذن- إلا على نقطة ع. فإن أمكن فيلقه على نقطة غير نقطة ع، ولتكن نقطة و، فنقطة و إما أن تكون فيما بين نقطتى ع، ك وإما خارجة عن نقطة ع .

فلتكن أولاً خارجة عن نقطة ع كما فى الصورة. فيكون خط و ك أعظم من خط ك ع، وخط ك ع مساو لخط ب د؛ فخط و ك أعظم من خط ب د، وخطا ب ك، د و خارجين من طرفى خط ب د، وزاويتا ك ب د، و د ب كل واحدة منهما هى زاوية قائمة. وخط و ك عمود على خط ب ك، فخط و ك مساو لخط د ب وقد كان أعظم منه، وهذا محال.فليس يلقى خط د ذ خط ك ع، على نقطة خارجة عن نقطة ع .

وإن كانت نقطة و فيما بين نقطتى ك، ع، كان خط ك و أصغر من خط ك ع؛ وخط ك ع مساو لخط ب د؛ فيكون خط ك و أصغر من خط ب د. ويتبين من المقدمة أن خط ك و مساو لخط ب ذ، وقد كان أصغر منه، وهذا محال. فخط د ذ يلقى خط ك م، وليس يلقاه على نقطة فيما بين نقطتى ك، ع ولا على نقطة خارجة عن نقطة ع؛ فهو يلقاه على نقطة ع.

فليكن خط د ذ مثل خط د ذ ع، ونقطة ع هى فيما بين نقطتى ك، م لأن خط م ك أعظم من خط ك ع؛ فنقطة ع إما فيما بين نقطتى م، ل وإما نقطة ل نفسها، وإما فيما بين نقطتى ل، ك .

فإن كانت نقطة ع هى نقطة ل، أعنى أنه يكون خط ك ل هو المساوى لخط ب د، فإن خط د ذ يكون قد انتهى إلى نقطة ل، ونقطة ل هى على خط ب ل. وإذا انتهى خط د ذ إلى نقطة ل، فقد لقى خط ب ل .

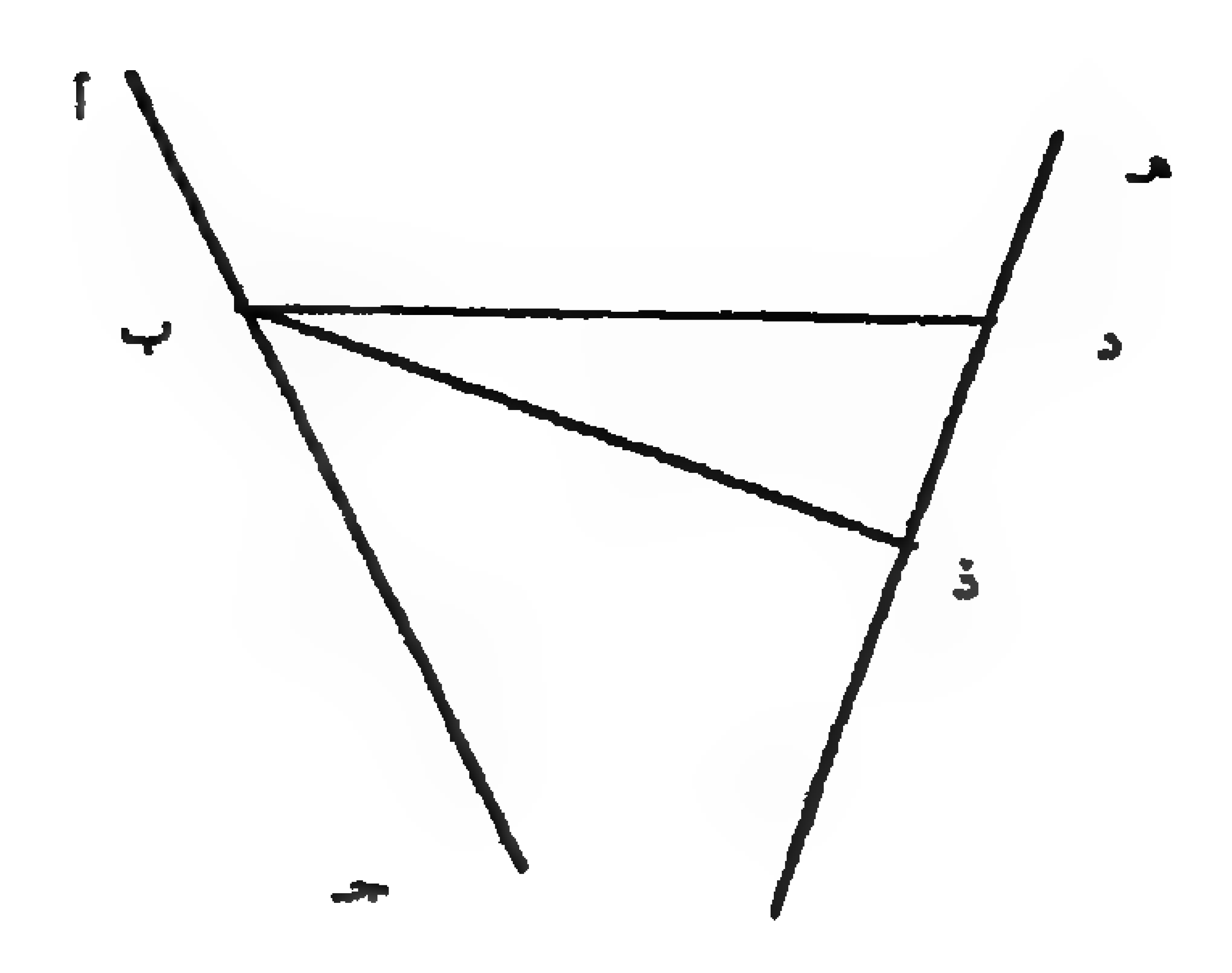
وإن كانت نقطة ع فيما بين نقطتى ك، ل، وذلك يكون إذا كان خط ب د أصغر من خط ك ل، وخط د ع قد انتهى إلى نقطة ع التى هى على خط ل ك، فخط د ع قد لقى خط ب ل قبل أن يلقى خط ل ك على نقطة فيما بين نقطتى ع، د. وإن كانت نقطة ع فيما بين نقطتى ل، م، فإن زاوية ك ع ذ قائمة. وذلك أن خطى ب ك، د ع قد خرجا من طرفى خط ب د، وزاويتا ك ب د، ع د ب كل واحدة منهما زاوية قائمة، وخط ع ك عمود على خط ك ب. فزاوية ك ع د قائمة بالمقدمة، فخط د ع مقاطع لخط ل م .

فإذا خرج خط د ع على استقامة فهو يقع فى داخل مثلث ل ن م؛ وإذا خرج على استقامة من بعد وقوعه فى داخل مثلث ل ن م، فهو يقطع أحد ضلعى ل ن، م ن أو يمر بنقطة ن. وليس يمكن أن يقطع ضلع م ن، لأنه إن قطع ضلع م ن نتج مثلث زاويتان منه قائمتان، وهذا محال. وكذلك إن مرّ بنقطة ن، فليس يقطع خط د ع خط م ن، لايمر بنقطة ن، وهو يقع فى داخل مثلث ل م ن. وإذا كان فى داخل مثلث ل م ن، وأخرج على استقامة إلى غير نهاية، وكان لايلقى خط م ن، ولايمر بنقطة ن، فهو يقطع خط ل ن؛ فليقطع خط د ع خط ل ن؛ على نقطة س، مثل خط د ذ ع س. فنقطة س على خط ب جـ ل ن المستقيم، ونقطة س على خط د ذ ع س المستقيم؛ فخطا ب جـ، د ذ قد التقيا على نقطة س.

فإذا كانت زاوية د ب جـ أصغر من قائمة، وكانت زاوية ب د ذ قائمة؛ فإن خطى ب جـ، د ذ إذا أخرجا فى جهة نقطتى جـ، ذ إخراجًا بغير نهاية التقيا.

وإن كانت زاوية ب د ذ حادّة فإنا نخرج من نقطة ب عمودًا على خط د ذ؛ فهو يقع فى جهة ذ، لأنه إن وقع فى جهة هـ نتج مثلث زاويتان منه أعظم من قائمتين، لأن الزاوية التى عند مسقط العمود هى زاوية قائمة، وزاوية ب د هـ

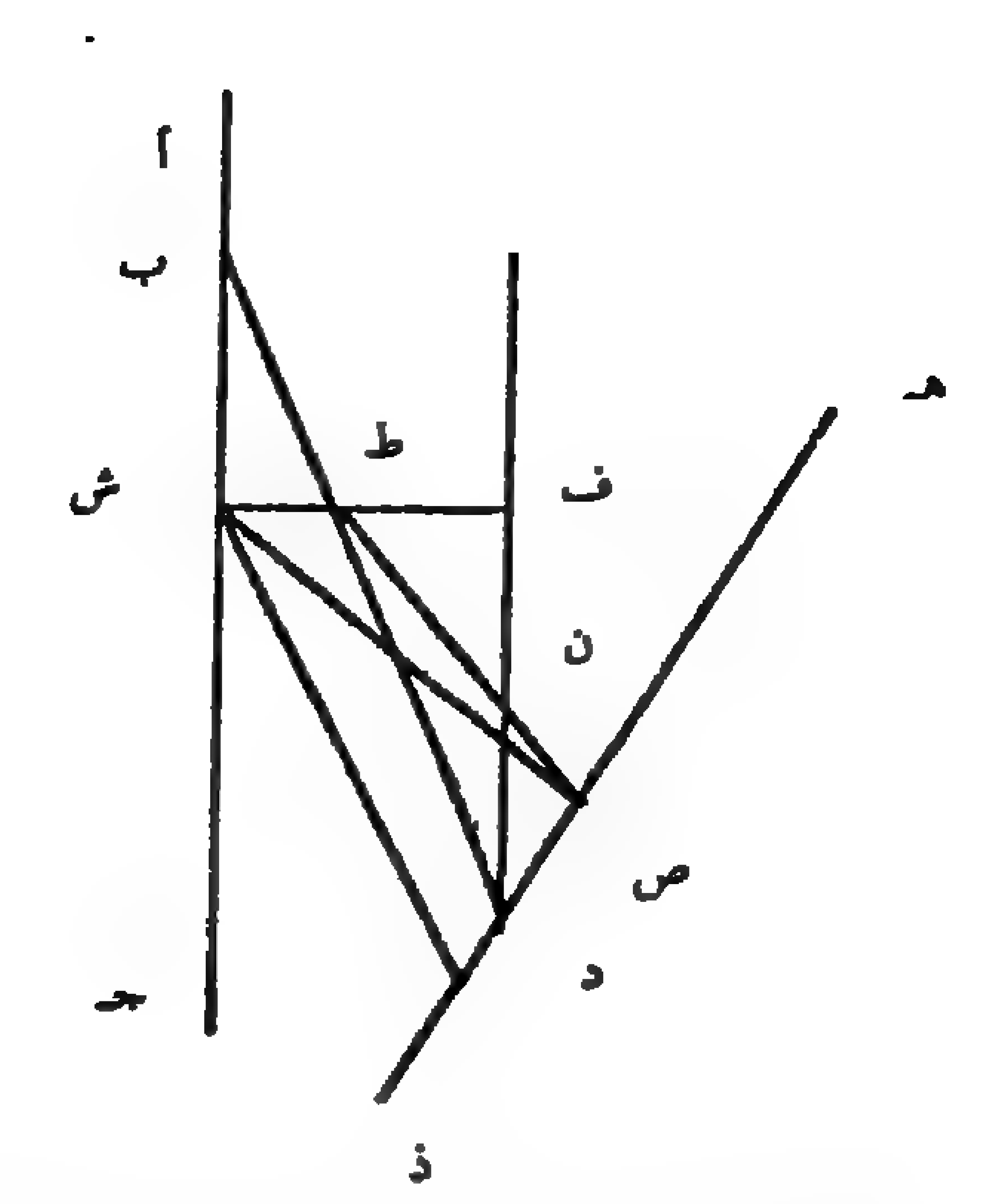
منفرجة لأن زاوية ب د ذ حادة. فتكون زاويتان من مثلث أعظم من قائمتين، وهذا محال .فليس يقع العمود الخارج من نقطة ب على خط د ذ إلا فى جهة ذ.



وإذا وقع ذلك العمود فى جهة ذ، كان ذلك العمود قاطعًا لزاوية د ب جـ؛ وإذا كان قاطعًا لزاوية د ب جـ، فهو يحيط مع خط ب جـ بزاوية حادة؛ وذلك العمود يحيط مع خط د ذ بزاوية قائمة. فيعود الحال إلى مثل خط ب د الذى يحيط مع خط ب جـ بزاوية حادة، ويحيط مع خط د ذ بزاوية قائمة؛ فخطا ب جـ، د ذ -إذن- يلتقيان .

وإن كانت زاوية ب د ذ منفرجة، فإن زاوية ب د هـ تكون حادّة. ونقسم خط ب د بنصفين على نقطة ط، ونخرج من نقطة ط عمودًا على هـ د ذ. فهو يقع فى جهة هـ لأنه إن وقع فى جهة ذ نتج مثلث زاويتان منه أعظم من قائمتين، لأن زاوية ب د ذ منفرجة، وذلك محال. فهو يقع على خط د هـ. فليكن مثل عمود ط ص. ولأن زاويتى د ب جـ، ب د ذ أصغر من قائمتين، وزاويتى ص د ب، ب د ذ مساويتين لقائمتين، تكون زاوية ص د ب أعظم من زاوية د ب جـ.

فنجعل زاوية ط د ن مثل زاوية ط ب جـ، ونخرج د ن على استقامة إلى ف، فلأن زاويتى د ن ص، د ص ن فى مثلث فهما أصغر من قائمتين. وزاوية د ص ن قائمة. فزاوية د ن ص أصغر من قائمة، وزاوية ط ن ف المقابلة لها مساوية لها؛ فزاوية ط ن ف أصغر من قائمة .



فنخرج من نقطة ط عمـودًا علـى خـط ن ف، فهـو يقـع فـى جهـة ف لأن زاوية ط ن ف حادة، وزاوية ط ن د منفرجة؛ فليكن العمـود ط ف. ونُخـرج مـن نقطة ط عمودًا على خط ب جـ؛ وليكن ط ش. فزاوية ط ش ب من مثلث ط ش ب مساوية، لزاوية ط ف د من مثلث ط ف د؛ لأنهما قائمتان. وزاوية ط ب ش مساوية لزاوية ط د ف وخـط ب ط مسـاو لخـط ط د. فمثلـث ط ب ش مسـاو لمثلث ط د ف، وسائر الزوايا مساوية لسائر الزوايا، كل زاوية لنظيرتهـا . فزاويـة ب ط ش مساوية لزاوية د ط ف؛ فخط ش ط ف متصل على استقامة .

وخط ط ن ص يقطع خط د ن ف، فهو يقطع زاوية د ط ف؛ فخط ص ط يحيط مع خط ط ش بزاوية. فنصل خط ش ص، فهو يوتر هذه الزاوية.

فخط ش ص يحيط مع خط ص ط بزاويـة، ويحيط مـع خـط ش ط بزاويـة. وزاوية ط ص د قائمة، فزاوية ش ص د حادة، وزاوية ط ش جـ قائمة، فزاوية ص ش جـ حادة .

فإذا أخرجنا من نقطة ش عمودًا على خط ص ذ، فإنه يقـع فـى جهـة ذ لأن زاوية ش ص حادة. وإذا وقع العمود الخـارج مـن نقطـة ش على خـط ص ذ فـى جهة ذ، فهو يقطع زاوية ص ش جـ؛ وإذا قطـع زاويـة ص ش جـ فهـو يحيـط مـع خط ش جـ بزاوية حادة؛ وهذا العمود يحيط مع خط ص د ذ بزاوية قائمة .

فإذا كانت زاوية ب د ذ منفرجة، فقد يمكننا أن نجد خطا يقطع خطي أن ب جـ، د ذ ويحيط مع خط ب جـ بزاوية حادة، ويحيط مع خط د ذ وما يتصل به بزاوية قائمة .

وإذا وجدنا الخط الذى بهذه الصفة عاد البرهان إلى مثل ما تقدم؛ فعلى جميع أوضاع خط ب د يمكن أن نجد خطًا يحيط مع خط ب جـ بزاوية حادة، ويحيط مع خط د ذ بزاوية قائمة. وإذا وجد الخط الذى بهذه الصفة، فإنه يتبين بالبرهان الذى تقدم أن خطى أ ب جـ، هـ د ذ إذا أخرجا فى جهة جـ، ذ إخراجًا بغير نهاية التقيا.

فإذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين وصارت الزاويتان الداخلتان اللتان فى جهة واحدة أقل من قائمتين، فإن الخطين إذا أخرجا فى تلك الجهة التقيا. وهو المطلوب إثباته .

ونلاحظ مما سبق أن تجديد ابن الهيثم يكمن –فى محاولته لإقامة البرهان على المصادرة الخامسة –فى اعتماده على المضلع الرباعى الذى يحتوى على ثلاث زوايا قائمة؛ وفيما طرحه من الفروض الثلاثة المتعلقة بالزاوية الرابعة، التى يمكن أن تفترض حادة أو منفرجة أو مستقيمة. وبعد أن لخص ابن الهيثم الحالتين الأوليين بيّن وجود المستطيل، ومن ثم استنتج بسهولة مصادرة إقليدس[1]. وبالفعل فإن الحالتين المرفوضتين تشكلان مبرهنتين هندسيتين، الأولى من هندسة القطع الزائد، والثانية من الهندسة الإهليليجية؛ كما يشكل "المضلع الرباعى" فيما بعد الأساس الرياضى الذى اعتمد عليه الرياضى السويسرى يوهان هينريش لامبرت (١٧٢٨–١٧٧٧م) Johan Heinrich Lambert فى محاولته لبرهان المصادرة الخامسة[2]، كما سوف نشير.

أما كتاب "حل شكوك كتاب إقليدس فى الأصول وشرح معانيه"، فقد

---

(١) انظر: تاتون: تاريخ العلوم العام، م١، ص :٤٨٠. شربل: الرياضيات فى الحضارة الإسلامية، ص: ١٨٠. الدفاع: إسهام العلماء المسلمين فى الرياضيات، ص: ١٠٦ .

(٢) روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٧ .

اكتفى ابن الهيثم فيه بالإحالة إلى كتابه الأول "شرح مصادرات إقليدس فى الأصول". وعلى الرغم من ذلك، فإن ابن الهيثم يلجأ إلى مصادرة متكافئة مع مصادرة إقليدس، ولكنها أبين عند الحس وأوقع فى النفس، وهى: "أن كل خطين مستقيمين متقاطعين، فليس يوازيان خطًا واحدًا مستقيمًا"[1].

واعتمادًا على كتابه الأول -شرح المصادرات- يأتى ابن الهيثم فى كتابه الثانى -حل الشكوك- بأول نقد فلسفى لمفهوم اللانهاية، ونبذ استعمال هذا المفهوم فى الرياضيات لأنه يفوق التخيل البشرى. وبذلك وضع شرطًا لاستعمال الكائنات الرياضية -أى الأعداد والأطوال والأشكال- وهو أن تكون متناهية. ومن ثم يمكن تصورها وتصور تغيراتها فى المخيلة[2] .

يقول ابن الهيثم: "... فما لانهاية له لا جملة له، وما ليس له جملة، فليس تتخيل جملته. وإذا لم يدرك التخيل جملة الشىء، وكان مع ذلك متخيلاً له، فالتخيل هو بعضه. وإذا كان التخيل مدركًا لذلك البعض، فهو مدرك لجملة ذلك البعض. وإذا كان مدركًا لجملة ذلك البعض، فالبعض جملة. وإذا كان ذلك البعض جملة، فلذلك البعض متناهٍ. وإذا كان متناهيًا وكان التخيل مدركًا لجملته، فهو مدرك لنهاياته؛ فكل متخيل فهو متناهٍ"[3] .

وفى ضوء ذلك، استطاع ابن الهيثم صياغة المسألة المتعلقة بالمقادير التعليمية أو الكائنات الرياضية، وكيف أنها موجودة فى التخيل، ووجودها إنما هو انتزاعها من الأجسام المحسوسة[4]. كما أوضح أيضًا أن النظر المتعمق أو النظر العقلى فى وجود الأشياء وماهياتها، إنما هو من شأن الفلاسفة أكثر منه شأن علماء الرياضيات. وفى هذا يقول ابن الهيثم: "...فلذلك لأن الكلام فى وجود الموجودات ليس هو كلامًا هندسيًا، ولايجب على المهندس إثبات آنية النقطة ولا

---

(١) الحسن بن الهيثم: حل شكوك إقليدس وشرح معانيه، مخطوط معهد المخطوطات العربية بالقاهرة، برقم ٧٤، رياضيات، ص: ١٥ ب .

(٢) حاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٦ .

(٣) ابن الهيثم: حل شكوك إقليدس، ص: ٨ أ .

(٤) المصدر السابق، ص: ٦ ب .

إثبات شيء من آنيات المقادير التي نستعملها، لأن إثبات وجود آنيات الموجودات إنما هو على الفيلسوف لا على المهندس"[1] .

فليس كل موجود -إذن- يكون موجودًا بالحس، بل يقسم ابن الهيثم الموجودات إلى قسمين: موجودًا بالحس، وموجودًا بالتخيل والتمييز؛ والموجود على التحقيق هو الموجود بالتخيل والتمييز. أما الموجود بالحس، فليس كذلك لأن الحواس كثيرة الأغلاط؛ وإذا غلط الحس فلن يدرك الحاس بغلطه .ومن ثم فليس ما يوجد بالحس يُوثق بوجود حقيقته، وبالتالى فهى ليست موجودة. وإذا كانت حقيقة الشيء أو الموجود غير موجودة، فهو ليس موجودًا على الحقيقة[2] .

وننوه أخيرًا إلى نقطتين، الأولى : أن العرب لم يتبنوا التصور اليونانى للكائنات الرياضية، فلم يجعلوا منها ماهيات ذهنية مستقلة وكاملة على غرار المثل الأفلاطونية، بل لقد اعتبروا الموضوعات الرياضية تجريدات عقلية، أى موضوعات ذهنية تستخلص بالتجريد والتعميم. وليس هناك ما يدل على أنهم نسبوا إليها وجودًا موضوعيًا، كما فعل اليونان، أو أنهم كانوا يعتقدون فى هذا الوجود الموضوعى للكائنات الرياضية. وهذا يدل على أن العرب قد أعجبوا بما تمتاز به الرياضيات من معقولية ويقين، ومن ثم اهتموا وأعجبوا بالجانب المنطقى فى الرياضيات اليونانية وأهملوا جانبها الميتافيزيقى[3] .

والثانية: أن مذهب ابن الهيثم فى فلسفة الرياضيات هو المذهب الحدسى، لأنه يعتمد فى تعريفاته وشروحه ليس فقط على الحس، بل أيضًا على الحدس بالمعنى الذى نجده عند كانط[4] .

---

(١) المصدر السابق، ٦ أ .

(٢) المصدر السابق، ص: ١٣أ ، ب .

(٣) د.محمد عابد الجابرى: مدخل إلى فلسفة العلوم، ص: ٦٣، ٦٤ .

(٤) حاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٦ .

ثانيًا: عمر الخيَّام (ت ٥٢٥هـ=١١٣١م):

يعد عمر الخيَّام من الرياضيين الذين كانوا يعتقدون بأهمية الهندسة وضرورتها فى دراسة جميع ميادين العلوم؛ وقد كان أحد الذين ساهموا فى دراسة الجبر باعتباره علمًا قائمًا بذاته، كما كان شارحًا وناقدًا لهندسة إقليدس. وله بعض الكتب الهندسية، منها: "رسالة فى شرح ما أشكل من مصادرات كتاب إقليدس"، و"رسالة عن المصادرة الخامسة من مصادرات إقليدس"، و"رسالة حول فرضية المتوازيات الإقليدية" . ويحاول الخيام فى هذه المؤلفات البرهنة على المصادرة الخامسة معتمدًا على جهود سابقيه إلى حدٍ بعيد، فقد أولى ما قدمه الحسن ابن الهيثم مثلاً حول المصادرة الخامسة عناية خاصة[١].

ويشير الخيام فى رسالته: "شرح ما أشكل من كتاب إقليدس" إلى أن السبب الحقيقى وراء غلط المتأخرين فى برهان المصادرة الخامسة، هو غفلتهم عن المبادىء أو الأسس الفلسفية الأرسطالية، واعتمادهم فقط على ما أورده إقليدس فى صدر مقالته الأولى فى الأصول. وهذه المبادىء أو الأسس الفلسفية، هى[٢]:

١- يمكن تقسيم المقادير إلى ما لانهاية، أى أنها ليست مركبة عما لاينقسم .

٢- يمكن رسم خط مستقيم إلى ما لانهاية .

٣- الخطان المستقيمان المتقاطعان ينفرجان ويتباعدان بابتعادهما عن رأس زاوية تقاطعهما .

٤- الخطان المستقيمان المتقاربان يتقاطعان، ومن المستحيل على خطين مستقيمين متقاربين أن يتباعدا فى نفس اتجاه تقاربهما .

٥- يمكن مضاعفة الكمية الصغرى من بين كميتين غير متساويتين ومحدودتين

---

(١) انظر: عيسى عبد الله: الفكر الرياضى الإسلامى، ص: ٢٦٥، ٢٦٦. الدفاع: العلوم البحتة، ص: ٢٢٤، ٢٣١. إبراهيم المسلم: إطلالة، ص: ١١٦، ١١٧.

(٢) عمر الخيام: رسالة فى شرح ما أشكل من مصادرات كتاب إقليدس، تحقيق: د.عبد الحميد صبره، منشأة المعارف، الإسكندرية، ١٩٦١م، ص: ١٧، ١٨. وانظر: روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٦ .

بحيث تتجاوز الكمية الكبرى.

وهكذا يميز الخيام بين البرهان الإنىّ والبرهـان اللِمّـى، فبرهـان إنَّ هـو الـذى نبرهن به على وجود الشيء، ومثل ذلك البرهان علـى وجـود الخـط أو الزاويـة أو المثلث. وبرهان لِمَ هو الذى نبرهن به على سبب وجود الشيء، أو سبب خواصه. وإلى هذا النوع الثانى من البراهين تنتمى جميع براهين الرياضيات[١] .

ويشير الخيـام إلى تهـافت معظـم المحـاولات السـابقة التـى تنـاولت المصـادرة الخامسة، وذلك لأنه لم يظفر منها ببرهان صحيح على هذه المصادرة. بـل ويؤكـد أن كل محاولة منها صادرت على أمر ليس تسليمه بأسـهل مـن المصـادرة نفسـها. وقد انتقد الخيام أيضًا محاولة ابن الهيثم لبيان أن هذه المصادرة ينبغى أن تكـون مـن جملة المبادىء التى لاتحتاج إلى برهان، مما جعله يخرج عـن الاعتـدال ويغـير حـدود المتوازيات[٢]. كمـا اكتشـف الخيـام أيضًا أن الخطـأ فـى برهـان ابـن الهيثـم علـى المصادرة الخامسة يكمن فى إدخال فكرة الحركة فى الهندسة، ولذلك فهو يتساءل عن "..... أية نسبة بـين الهندسـة والحركـة، ومـا معنـى الحركـة؟"[٣]. وذلـك لأن الحركـة مـن خصـائص الكائنـات الطبيعيـة لا مـن خصـائص الكائنـات الرياضيـة المجردة[٤].

ويتابع الخيام مؤكدًا –رأى علماء سابقين– أنه ليس هناك مـن شـك فـى أن لاوجود لخط ما سوى على سطح، ولاوجود لسطح سوى على جسم، وأنه لابـد للخط من التواجد على جسـم مـا. وعليـه فـلا يمكـن لخـط أن يستبق سـطحًا[٥]. فكيف –إذن– يجوز على هذا الخط الحركة مجردًا عن موضوعه أو مسببه؟ وكيـف يحصل الخط عن حركة النقطة، وهو قبل النقطة بالذات والوجود؟[٦].

---

(١) حاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٧ .

(٢) الخيام: شرح ما أشكل من مصادرات إقليدس، ص: ٥، ٦ .

(٣) المصدر السابق، ص: ٧ .

(٤) حاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٧ .

(٥) الخيام: شرح ما أشكل.. ، ص: ٧. وانظر: روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٦٠٢.

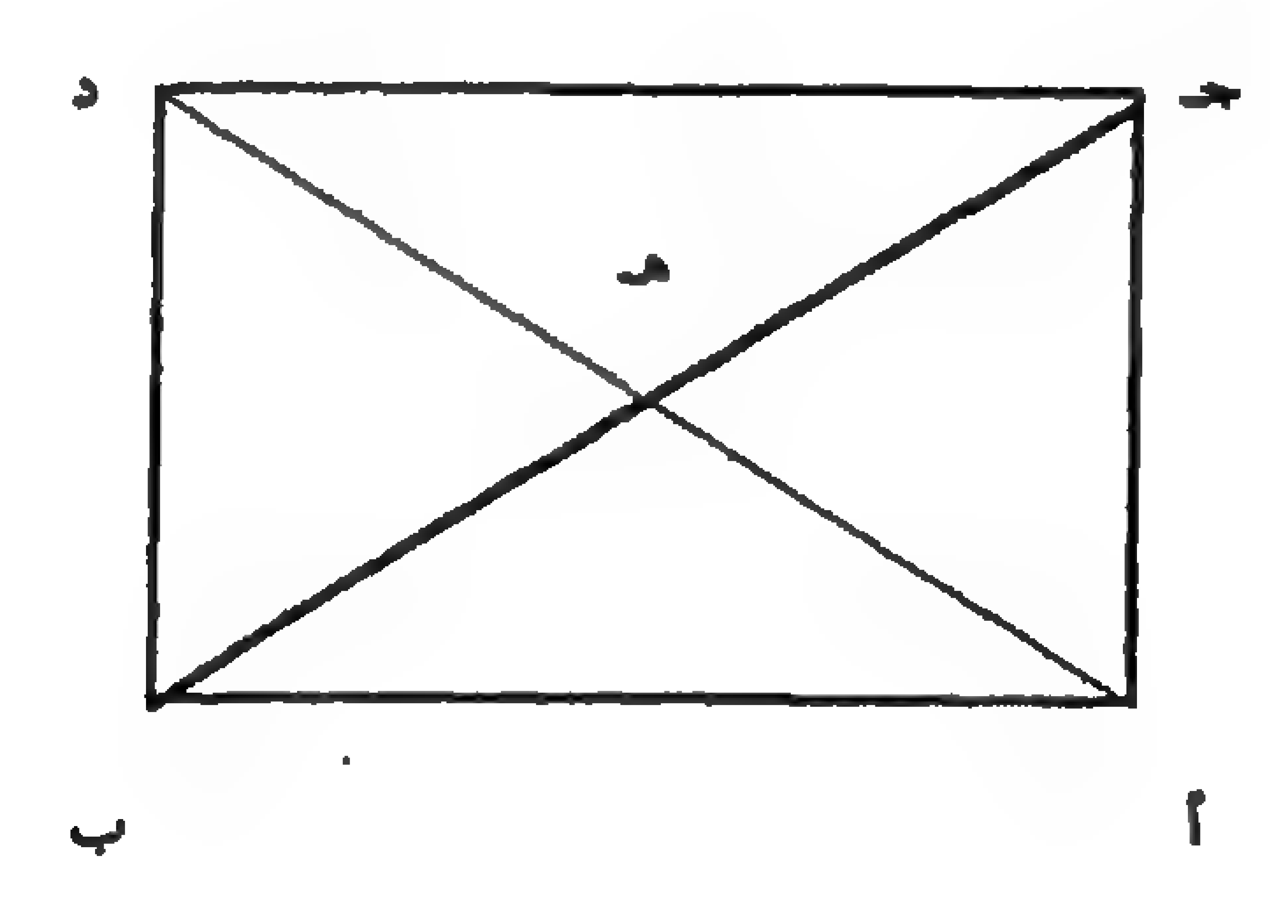
(٦) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

والحقيقة أن مبدأ إدخال الحركة فى الهندسة يعود إلى إقليدس، وذلك استنادًا إلى تعريفه للكرة بأنها نتيجة دوران نصف دائرة حول قطرها. إلا أن الخيام لم يوافق على هذا التعريف، بل انتقده لأن إقليدس لم يعرف الدائرة على أنها رسم يحصل بدوران قطعة مستقيمة حول نقطة ثابتة[1] .

وقد استخدم الخيام فى برهانه على المصادرة الخامسة مصادرة أخرى متكافئة مع مصادرة إقليدس، وهى المبدأ الرابع من المبادىء الفلسفية الخمسة. وتنص هذه المصادرة على "أن الخطين المتقاطعين يتباعدان، وأن الخطين المتقاربين يتقاطعان". أما فيما يتعلق ببرهان الخيام على المصادرة الخامسة، فهو يتضمن الأشكال الآتية[2]:

الشكل الأول:

خط أ ب مفروض، ونخرج أ جـ عمودًا على أ ب، ونجعل ب د عمودًا على أ ب ومساويًا لخط أ جـ. فهما متوازيان، ونصل جـ د . فإن زاوية أ جـ د مساوية لزاوية ب د جـ .



برهانه:

نصل جـ ب، أ د؛ فخط أ جـ مثل ب د وأ ب مشترك. وزاويتا أ و ب قائمتان؛ فقاعدتا أ د، جـ ب متساويتان، وسائر الزوايا مثل سائر الزوايا .

فتكون زاويتا هـ أ ب، هـ ب أ متساويتين؛ فخطا أ هـ، هـ ب متساويان.

---

(١) عيسى عبد الله: الفكر الرياضى الإسلامى، ص: ٢٦٤.

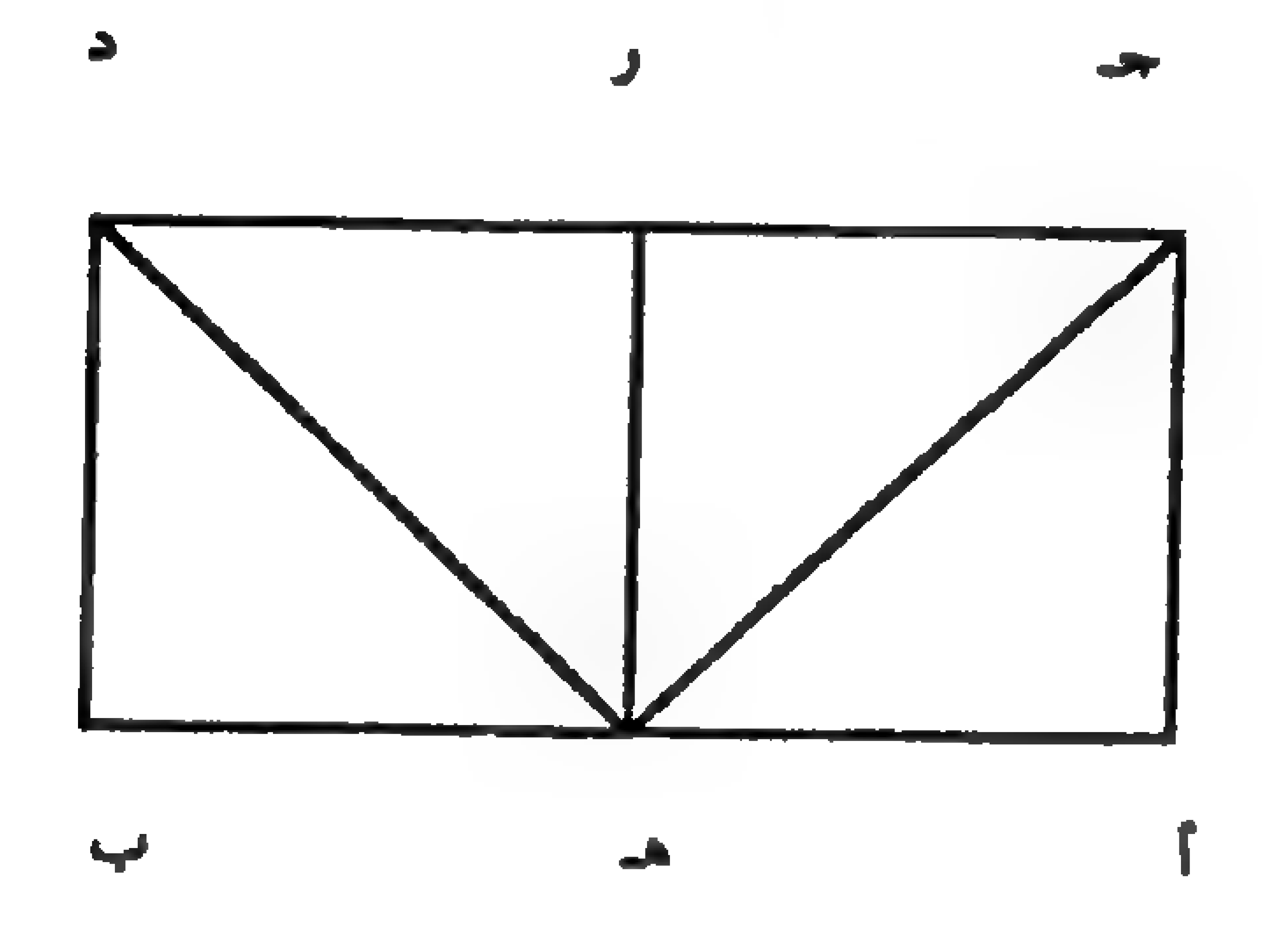
(٢) الخيام: شرح ما أشكل من مصادرات إقليدس، ص: ١٩-٣٤ .

فيبقى جـ هـ، هـ د متساويين. فتكون زاويتا هـ جـ د، هـ د جـ متساويتين، وأ جـ ب مثل أ د ب .

فزاويتا أ جـ د، جـ د ب متساويتان، ولذلك فـإن زاويتـي جـ أ ب، د ب أ إذا كانتا متساويتين كيفما كانتا، وخطا أ جـ، ب د متسـاويين، يجب أن تكـون زاويتا ب د جـ، أ جـ د متساويتين .

الشكل الثاني:

نعيد شكل أ ب جـ د، ونقسم أ ب بنصفين على هـ، ونخـرج هـ ر عمـودًا على أ ب؛ فإن جـ ر مثل ر د، و هـ ر عمود على جـ د .



برهانه:

نصل جـ هـ، هـ د؛ فخط أ جـ مثل ب د، وأ هـ مثل هـ ب؛ وزاويتـا أ، ب قائمتان. فقاعدتا جـ هـ، هـ د متساويتان، وزاويتا أ هـ جـ، ب هـ د متسـاويتان . فتبقى زاويتا جـ هـ ر، رهـ د متساويتين، وخط جـ هـ مثل هـ د، و هـ ر مشترك، والزاويتـان متسـاويتان. فـالمثلث مثـل المثلـث وسـائر الزوايـا والأضــلاع النظـائر متساوية، فيكون جـ ر مثل ر د، فهما قائمتان. وهو المطلوب إثباته .

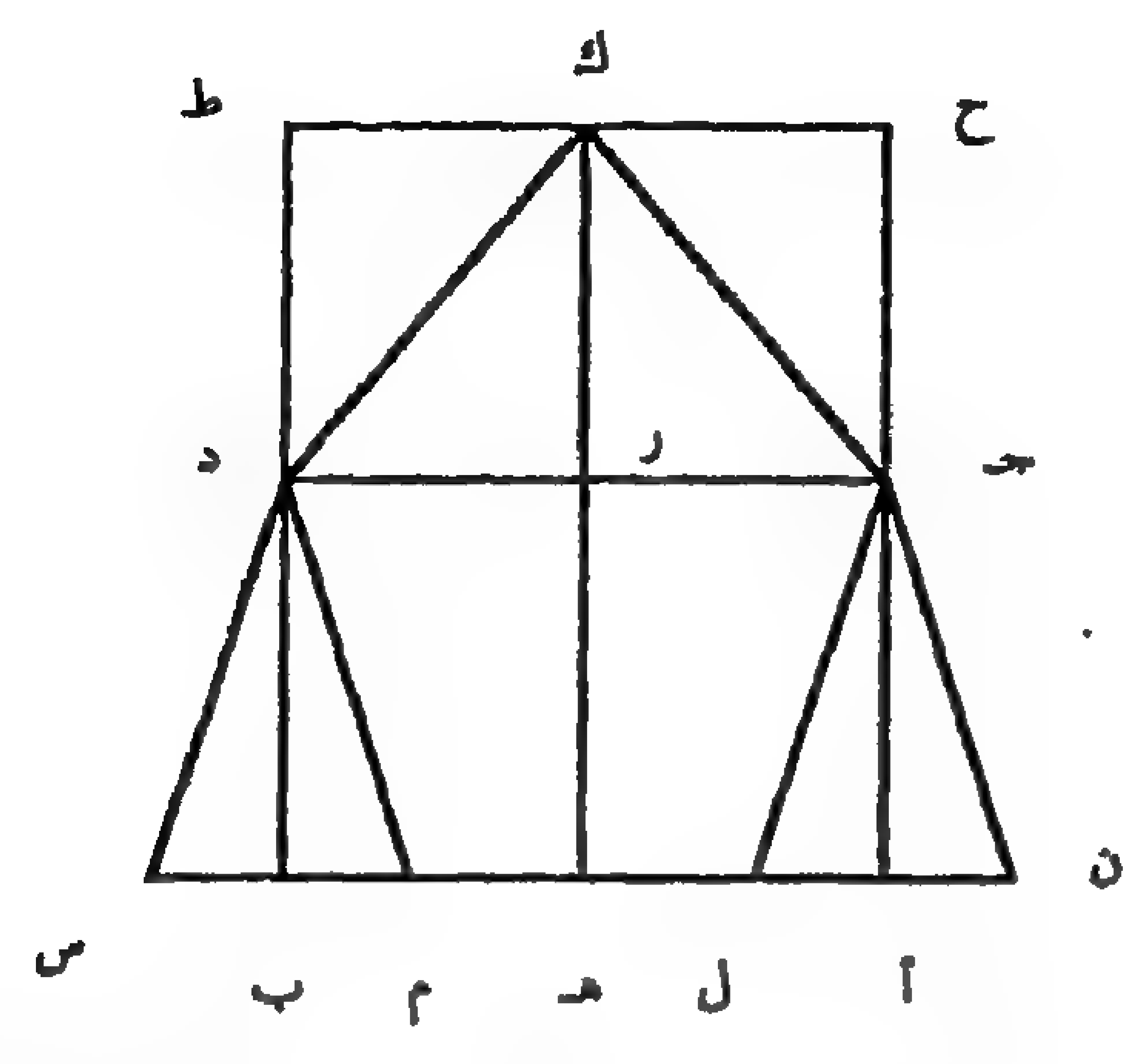
الشكل الثالث:

ونعيد شكل أ ب جـ د، فإن زاويتي أ جـ د، ب د جـ قائمتان .

برهانه:

نقسم أ ب بنصفين على هـ، ونخـرج عمـود هــ ر، ونخرجـه علـى اسـتقامة. ونجعل ر ك مثل ر هـ، ونخـرج ح ك ط عمودًا علـى هــ ك. ونخـرج أ جــ، ب د

فيقطعـان ح ك ط على ح، ط لأن أ جـ ، هـ ك متوازيـان وح ك، رج أيضًـا متوازيان. وكل متوازيين، فإن البعد بينهما لايتغير. فيمـر أ جـ إلى مـا لانهايـة لـه موازيًا لـ هـ ك، ويمر ح ك إلى ما لانهاية له موازيًا لـ ر جـ. فهما يتلاقيـان لامحالـة أولى .



ونصـل جـ ك، د ك؛ فخـط جـ ر مثـل ر د، ور ك مشـترك وهـو عمـود. فقاعدتا جـ ك، ك د متساويتان، وزاويتا ر جـ ك، ر د ك متساويتان. فتبقى زاويـة ح جـ ك مثل ك د ط. وزاويتا جـ ك ر، د ك ر متسـاويتان. فتبقـى زاويتـا جـ ك ح، د ك ط متساويتين. وخط جـ ك مثل د ك. فيكونْ جـ ح مثـل د ط وح ط مثل ك ط. وزاويتا أ جـ د، ب د جـ إن كانتـا قـائمتين فقـد حـقّ الخبر. وإن لم تكونا قائمتين فتكون كل واحدة منهما إما أصغر من قائمة وإما أكبر. فلتكن أولاً أصغر من قائمة .

وينطبق سطح ح د على سطح جـ ب، فينطبق ر ك على ر هـ، وح ط علـى أ ب. فيكون ح ط مثل خط ن س، لأن زاوية ح جـ ر أعظم من زاويـة أ جـ ر. فخط ح ط، أعظم من أ ب .

وكذلك إن أخرج الخطان إلى مالانهاية له على هذا النسق يكون كل واحـد من الخطوط الواصلة أعظم من الآخر ويتسلسل؛ فخطا أ جـ، ب د إلى الاتسـاع. وكذلك إن أخرج أ جـ، ب د على استقامة من الجهة الأخرى كانا الاتساع بمثـل هذا البرهان وتشابه حال الجانبين عند الانطباق لامحالة.

فيكون خطان مستقيمان يقطعان مستقيمًا على قائمتين، ثم يتسع البعد بينهما من جهتي ذلك الخط، وهذا محال أولى عند تصور الاستقامة وتحقّق البعد بين الخطين.

وإن كانت كل واحدة منهما أكبر من قائمة، فيكون عند الانطباق خط ح ط مثل ل م وهو أصغر من أ ب. وكذلك جميع الخطوط الواصلة على هذا النسق؛ فالخطان إلى التضايق. وإن أخرجا إلى الجهة الأخرى كانا إلى التضايق أيضًا لتشابه حال الجهتين عند الانطباق . وهذا محال أيضًا لما ذكرنا .

وإذا امتنع أن يكون الخطان متفاضلين، فهما متساويان؛ وإذا كانا متساويين، فالزاويتان متساويتان؛ فهما -إذن- قائمتان .

وبهذا يثبت الخيام أنه إذا كانت كل واحدة من الزاويتين فى مستطيل ذى أربعة أضلاع مساوية لقائمة، فإن الزاويتين الباقيتين تساوى كل منهما أيضًا زاوية قائمة. ولإثبات ذلك فرض الخيام أولاً أن هاتين الزاويتين حادتان، وأقام الدليل على أن ذلك مستحيل. ثم فرض أنهما منفرجتان، وأثبت أن ذلك أيضًا مستحيل؛ فلا يبقى إلا أن تكونا قائمتين.

وهنا لابد من الإشارة إلى أن هذه الفروض الثلاثة -الزاويتان حادتان، منفرجتان، قائمتان -وهى تؤدى دورًا هامًا فى الهندسات اللاإقليدية؛ قد أسندها مؤرخو الرياضيات الغربيون إلى ساكيرى G.Saccheri (١٦٦٧-١٧٣٣م)، حيث استخدمها فى نظريته عن الخطوط المتوازية. مع أن أول من استعملها فى الواقع هو عمر الخيام[1]، كما سبق أن أشرنا.

وقد تجنب الخيام الخطأ المنطقى الذى ارتكبه المتأخرون فى برهان المصادرة الخامسة، وذلك لغفلتهم عن المعيار المنطقى للتمييز بين مختلف القضايا، وهو العلاقة بين محمول قضية معينة ومضمونها. فإذا كانت هذه العلاقة مباشرة ويمكن تصورها بأدنى تأمل، فالقضية أولية ولاتحتاج إلى برهان. وإذا كانت هذه العلاقة

---

(١) انظر: حاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٥. شريل: الرياضيات، ص: ١٨١. روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٨.

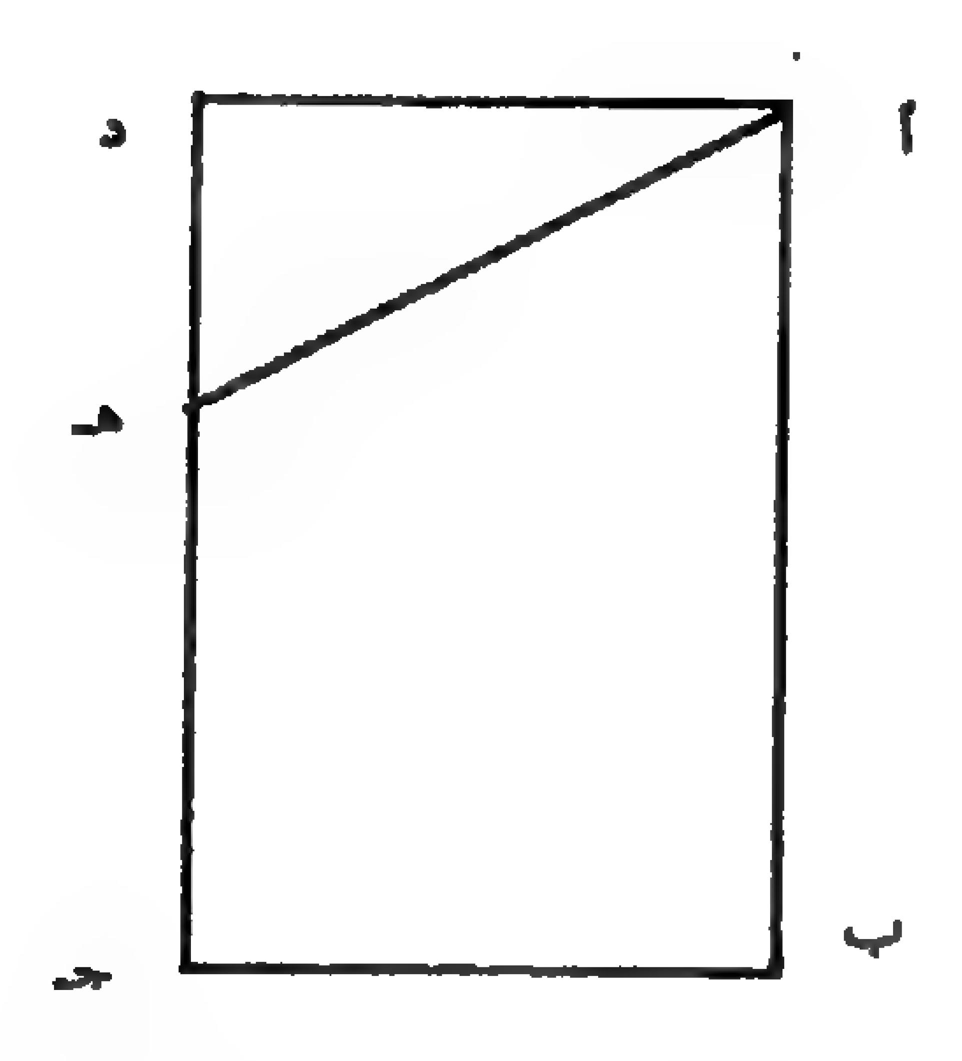
غير مباشرة، فالقضية غير أولية وتفتقر إلى برهان[1].

الشكل الرابع:

سطح أ ب جـ د زواياه قائمة، فإن أ ب مثل جـ د، و أ د مثل ب جـ .

برهانه:

إن لم يكن أ ب مثل جـ د، فيكون أحدهما أعظم. فليكن جـ د أعظمهما، ونفصل جـ هـ مثل أ ب، ونصل أ هـ.



فتكون زاوية ب أ هـ مثل زاوية جـ هـ أ ، وب أ هـ أصغر من قائمة، وجـ هـ أ، أعظم من قائمة لأنها خارجة عن مثلث أ هـ د، فتكون أعظم من زاوية د القائمة. هذا محال. فخط أ ب مثل جـ د؛ وهو المطلوب إثباته .

الشكل الخامس:

خطا أ ب، جـ د متحاذيان، فإن كل خط يكون عموديًا على أحدهما، فهو عمود على الآخر.

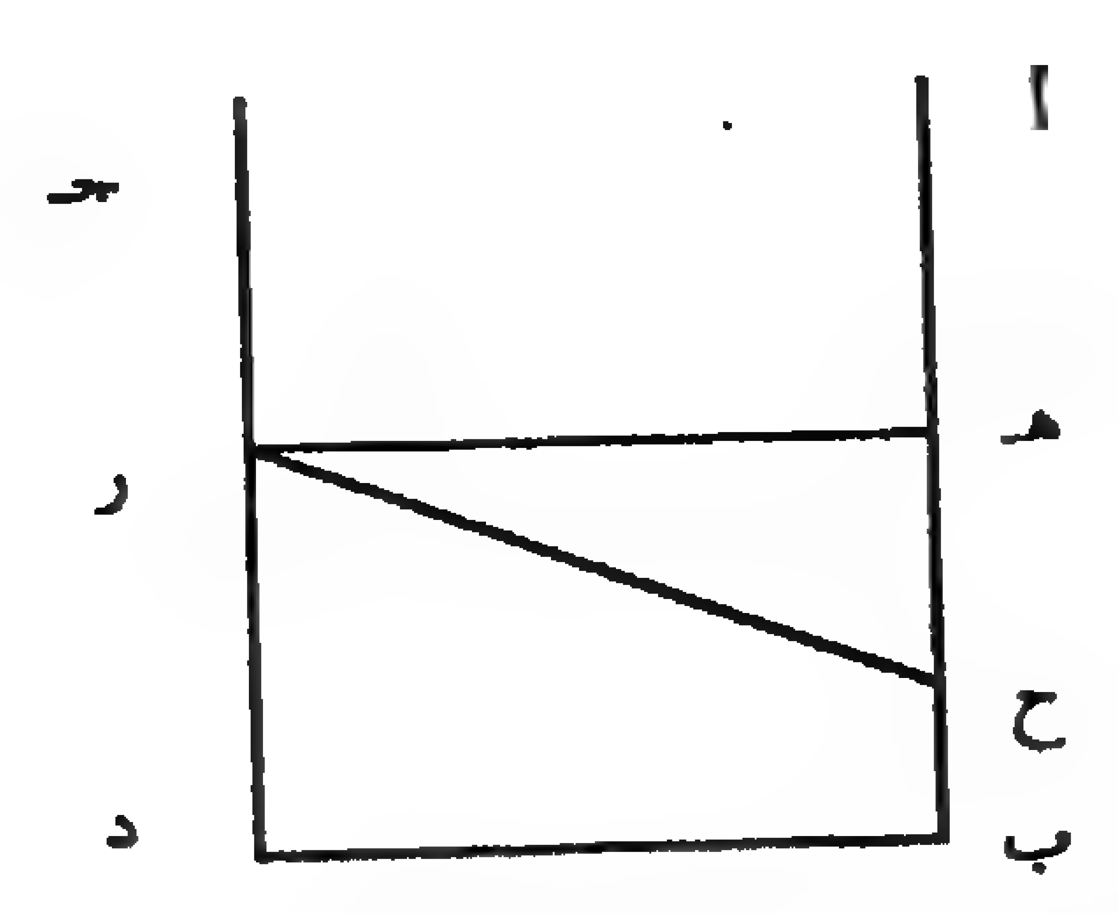
برهانه: نخرج من نقطة هـ عمودًا على جـ د، وهو هـ ر. فإن زاوية هـ قائمة .

برهانه: إن خطى أ ب، جـ د حاصلان من عمود عليهما لامحالة كما بينا، وهو

---

(١) الخيام: شرح ما أشكل من مصادرات إقليدس، ص: ٢٤، ٢٥. وانظر: حاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٦، ١٧ .

د. فإن كان ب هـ مثل د ر، فزاوية هـ قائمة. وإن كان أحدهما أعظم، فنفصل من



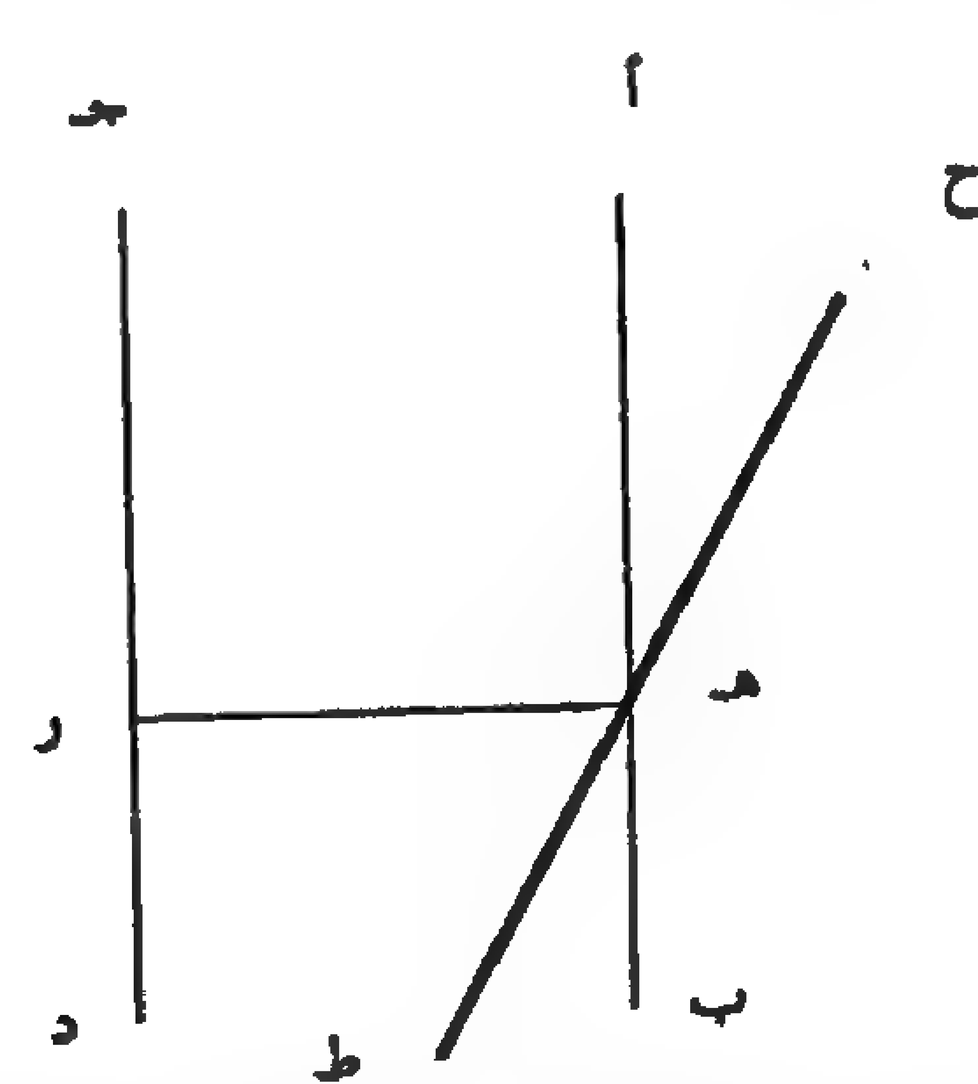
الأعظم مثل الأصغر، وهو ب ح الذى فصلناه من بَ هـ. زاوية ح القائمة مثل زاوية ح ر د وهى أقل من قائمة، هذا محال. فخط ب هـ مثل ر د، وزاوية هـ قائمة. وهو المطلوب إثباته .

الشكل السادس:

كل خطين متوازيين كما حدّه إقليدس، وهما اللذان لايلتقيان من غير شرط آخر، فهما متحاذيان .

مثاله: أ ب، جـ د متوازيان، فإنهما متحاذيان .

برهانه: نعلّم نقطة هـ، ونخرج هـ ر عمودًا على جـ د. فإن كانت زاوية هـ قائمة، كان الخطان متحاذيين .



وإن لم تكن قائمة، فإن نخرج ح هـ عمودًا على هـ ر. فيكون ح هـ ط، جـ

ر د متحاذيين وخطا ب هـ أ، ط ح متقاطعان. والبعد بين هـ ح، هـ أ يزداد إلى ما لانهاية له. والبعد بين هـ ح، جـ ر واحد إلى ما لانهاية لـه، لايزيد ولاينقص. فيوشك أن يصير البعد بين هـ أ وهـ ح أعظم من هـ ر، الذى هو بعد المتحاذيين. فخط هـ أ -إذن- يقطع جـ ر، وقد فرضناهما متوازيين. هذا محال. فزاوية أ هـ ر ليست بأعظم من قائمة ولا أصغر منها، فهى -إذن- قائمة. فخطا أ ب، جـ د متحاذيان إذن. وهو المطلوب إثباته.

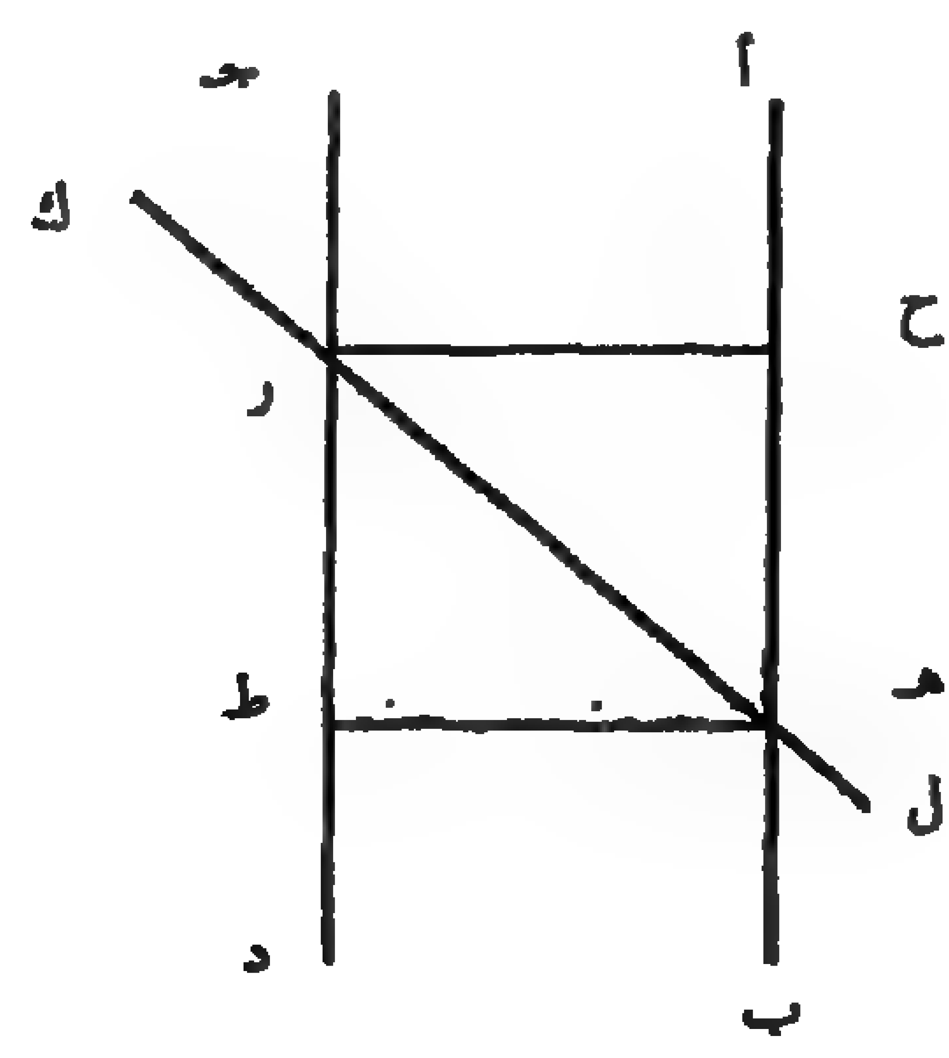
الشكل السابع:

إذا وقع خط مستقيم على خطين متوازيين، فإن الزاويتين المتبادلتين متساويتان والزاوية الخارجة مثل الداخلة والزاويتان الداخلتان مثل قائمتين .

مثاله: خطا أ ب، جـ د متوازيان، وقد وقع عليهما خط ك ر هـ ل. فإن زاويتى ل ر د، أ هـ ر المتبادلتين متساويتان، وزاويتى أ هـ ر، جـ ر هـ الداخلتين مثل قائمتين، وزاوية جـ ر ك الخارجة مثل زاوية أ هـ ر الداخلة .

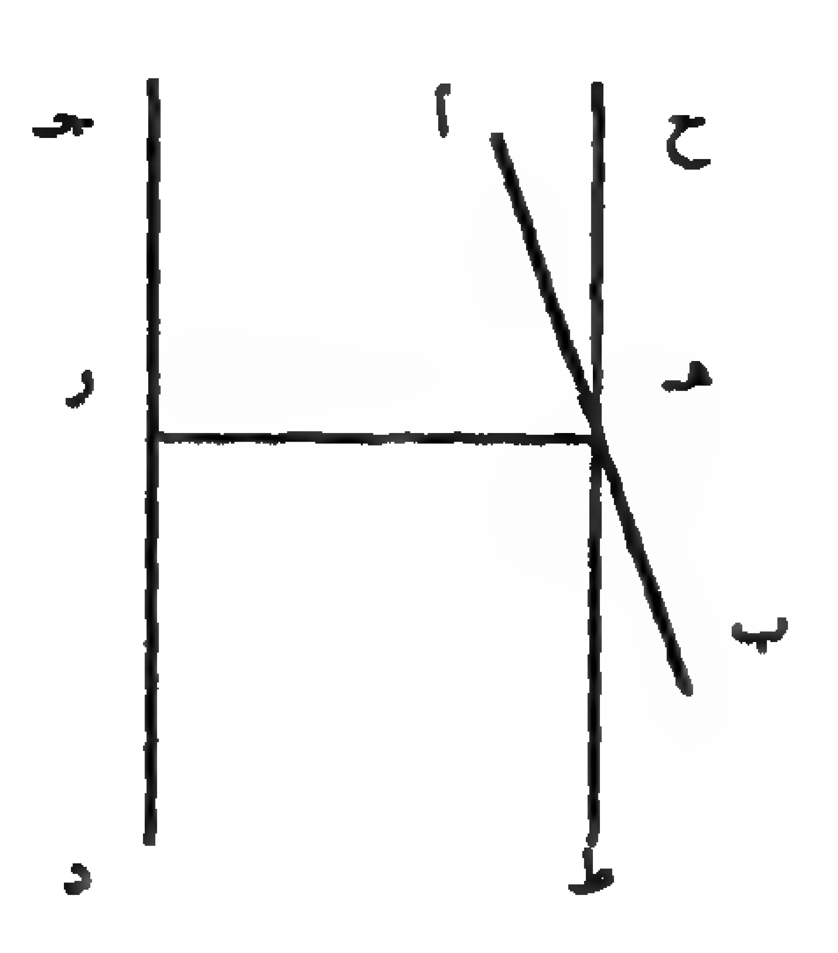
برهانه:

إنا نخرج من نقطة هـ عمود هـ ط على جـ د، فهو عمود على أ ب لأنهما متحاذيان. ونخرج من ر عمودًا على أ ب وهو ر ح؛ فسطح هـ ط ر ح قائم الزوايا، فالخطوط المتقابلة منه متساوية. فتكون زاوية ح هـ ر مثل هـ ر ط، وهما متبادلتان. وهـ ر ط مثل جـ ر ك؛ فـ جـ ر ك مثل أ هـ ر، الداخلة مثل الخارجة ؛ وهـ ر ط مع هـ ر جـ مثل القائمتين. فزاوية أ هـ ر مع هـ ر جـ مثل قائمتين. وهو المطلوب إثباته .



الشكل الثامن:

خط هـ ر مستقيم، وقد خرج عنه خطا هـ أ، ر حـ. وزاويتا أ هــ ر، جــ ر هـ أقل من قائمتين ؛ فإنهما يلتقيان فى جهة أ .



برهانه:

نخرج الخطين على استقامة، فتكون زاوية أ هـ ر أصغر من زاويـة هــ ر د؛ فنجعل زاوية ح هـ ر مثل هـ ر د. فخطا ح هـ ط، حـ ر د متوازيان؛ وخط هــ أ قطع ح ط؛ فهو -إذن- يقطع خط حـ د فى جهة أ. وهو المطلوب إثباته .

وهكذا، يعد الخيام فى محاولته للبرهنة على مصادرة إقليدس أقرب مـا يكـون من الشكلين، فقد حاول أن يأتى بعدد من القضايا الأساسية التى لايمكن للرياضى الاستغناء عنها فى براهينـه، والتى يجب إضافتهـا إلى المصـادرات التـى أتـى بهـا إقليدس فى بداية كتاب الأصول. وقد ميز الخيـام فـى أثنـاء برهانـه بـين مـا يتعلـق بالفلسـفة ومـا يتعلـق بالرياضيـات، وبـين القضايـا التى يجـب علـى الفيلسـوف إثباتها[1].

---

(١) الخيام: شرح ما أشكل.. ، ص: ٣٤، ٣٥. وانظر: جاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٧ .

الفصل السادس

العلماء العرب وموقفهم من المصادرة الخامسة
فى القرنين السادس والسابع الهجريين

ظلت المصادرة الخامسة الإقليدية تشغل الرياضيات الإسلامية حقبة طويلة من الزمن، حيث حاول العديد من العلماء العرب البارزين أن يضعوا مكافئًا أو بديلاً لها، أو أن يبرهنوا عليها. وهذا ما فعله العباس بن سعيد الجوهرى، وثابت بن قرة، وابن الهيثم ، وعمر الخيام -كما ذكرنا سابقًا- وقد استمرت محاولات العلماء العرب بصدد هذه المصادرة خلال القرنين السادس والسابع الهجريين أيضًا، عند كل من شمس الدين السمرقندى، وحسام الدين السالار، وأثير الدين الأبهرى، ونصير الدين الطوسى، ومحيى الدين المغربى، وقطب الدين الشيرازى. غير أن هذه المحاولات تتميز عن سابقتها بأنها تعبر عن منهجية جديدة فى تناول مصادرة التوازى، وبخاصة محاولة كل من الأبهرى والطوسى. وسوف نعرض لهذه المحاولات بشىء من التفصيل، وذلك على النحو التالى:

(١) شمس الدين السمرقندى (ت ٦٠٠هـ=١٢٠٣م):

قام السمرقندى فى كتابه "أشكال التأسيس فى الهندسة" بتحليل تعريفات المصادرات ما عدا المصادرة الخامسة، وبرهن خمسة وثلاثين اقتراحًا أساسيًا من أصل خمسة وأربعين يحتويها كتاب الأصول لإقليدس[١]. وأهم اقتراح يُعد أساسًا لتفكيره هو: "أن نصل خطًا مستقيمًا بين كل نقطتين، وذلك بأن نفرض بين هاتين النقطتين نقطًا على سمتها، وأن نفرض نقطة تنطبق على إحدى النقطتين، ونتوهم إنها تحركت من تلك النقطة إلى الأخرى على هذه النقط المفروضة بينهما. فمسير تلك النقطة خط مستقيم واصل بين النقطيتين[٢] .

ويقدم السمرقندى فى اقتراحه الثالث برهانًا للمصادرة الخامسة، وذلك على النحو التالى[٣]:

---

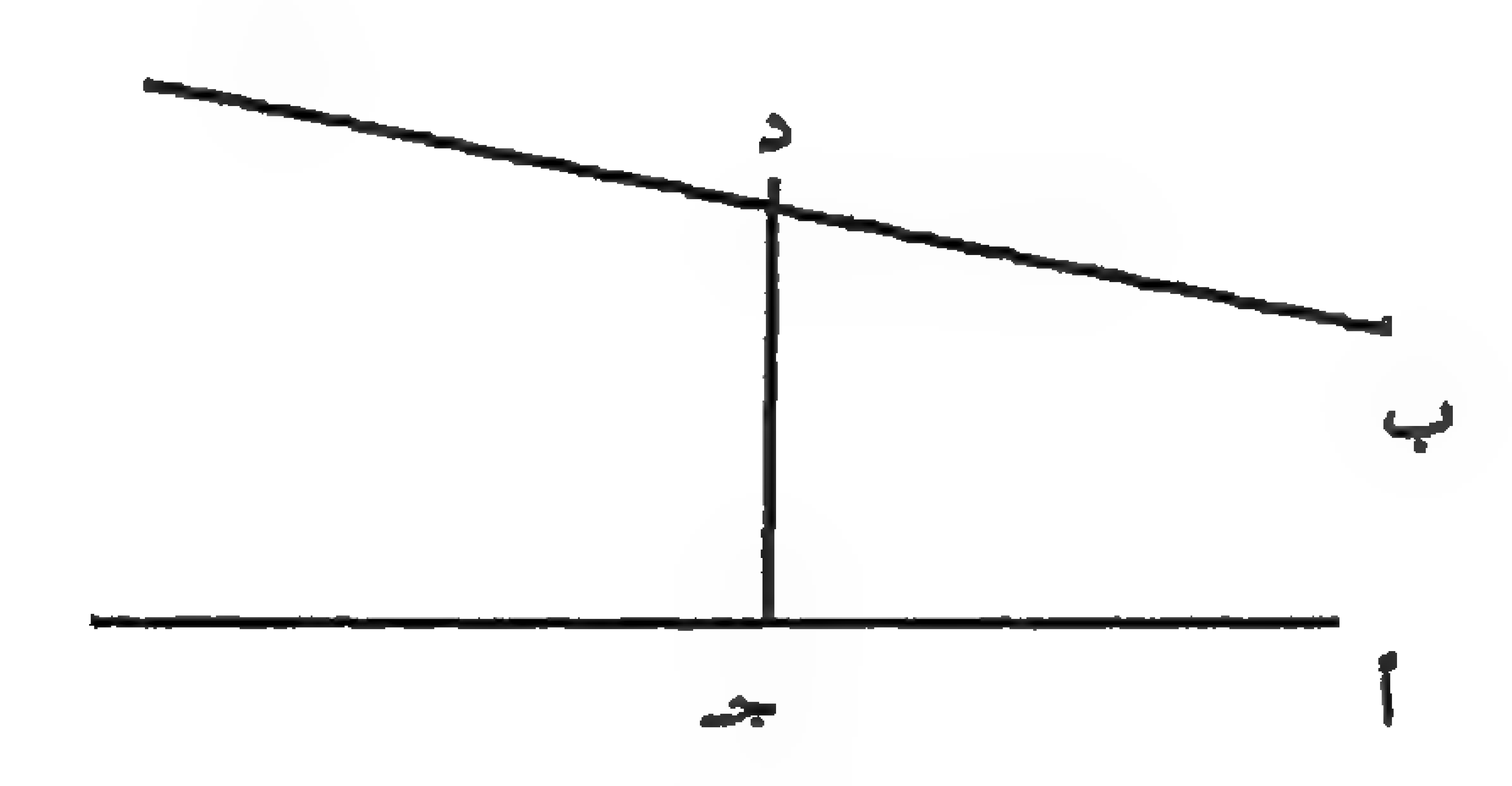
(١) الأشهر: نظرية التوازى، ص: ١٥٠ .

(٢) قاضى زادة الرومى: شرح أشكال التأسيس فى الهندسة للسمرقندى، مخطوط دار الكتب المصرية برقم ٦١ حساب، ميكروفيلم رقم ٤٥٢٤٧، ص: ٧ب، ٨أ .

(٣) المصدر السابق، ص: ١٠ب، ١١أ .

إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين، فإن كان مجموع الزاويتين الداخلتين فيما بين الخطين اللتين فى جهة واحدة من ذلك الخط الواقع عليهما، أقل من قائمتين؛ يكون مجموع الداخلتين اللتين فى جهة أخرى منه أعظم من قائمتين، لأن المجموعين وهما أربع زوايا حادثة من قيام خط مستقيم على خطين مستقيمين، مثل أربع قوائم، كما هو فى اقتراح السمرقندى الأول من أنه: إذا قام خط مستقيم على خط آخر مستقيم مثله، فالزاويتان الحادثتان عن جنبتيه؛ إما قائمتان أو مساويتان لقائمتين؛ فيكون ما بين الخطين فى تلك الجهة -أى الجهة الأولى- أضيق من الأخرى، أى مما بينهما فى الجهة الأخرى؛ فيكون أحدهما مائلاً إلى الآخر بالضرورة، فهما بالإخراج فى تلك الجهة الأولى يتقاربان ضرورة، فينتهى التقارب إلى التلاقى بالضرورة .

ويرى السمرقندى أن تحرير هذه الدعوى إنما ينحصر فى أن كل خطين مستقيمين وقع عليهما خط مستقيم، وكانت الزاويتان الداخلتان فى إحدى الجهتين أصغر من قائمتين، فإنهما يلتقيان فى تلك الجهة إن أخرجا .



وذلك الخطان اللذان وقع عليهما خط، كخطى أ ب، والخط الواقع عليهما جـ د، والزاويتان اللذان بمجموعهما أقل من قائمتين هما زاويتا أ جـ د، ب د جـ، والزاويتان اللتان بمجموعهما أعظم من قائمتين هما المجاورتان لهما، والجهة التى هى أضيق من الأخرى ويتقارب الخطان بالإخراج فيها إلى أن يلتقيا، هى جهة أ ب .

(٢) حسام الدين السالار (ت ٦٦١هـ=١٢٦٢م)[1]:

حاول حسام الدين السالار برهنة مصادرة التوازى الإقليدية، من خلال مقاله: "مقدمات لتبين المصادرة التى ذكرها إقليدس فى صدر المقالة الأولى، فيما يتعلق بالخطوط المتوازية" [2].ولإثبات المصادرة الخامسة ناقش السالار أولاً المقدمات الست التالية[3]:

١-متى خرج من طرف خط مفروض عمودان متساويان ووصل بينهما بخط مستقيم، فإن الزاويتين الحادثتين عند نهايتى العمودين هما متساويتان .

٢-كل خط مستقيم يخرج من طرفه خطان مستقيمان يقومان عليه قيامًا معتدلاً غير مائل إلى أحد الجانبين، وهما عمودان عليه؛ فإنهما كلما بعدا عن مخرجيهما ولو بغير نهاية لايتمايلان لا إلى التقارب ولا إلى التباعد .

٣-كل خطين خرج من أحدهما خط مستقيم إلى الآخر، ويحدث الزاويتان اللتان فى جهة واحدة مثل قائمتين؛ فإنه يوجد بينهما خط مستقيم هو عمود عليهما جميعًا. فحكم الخطين هو إنهما لايتقاربان ولايتباعدان أبدًا .

٤-الخط الواصل بين نهايتى العموديين المتساويين الخارجين عن طرفى خط مستقيم يُنتج عند النهايتين زاويتين قائمتين .

٥-كل سطح ذى أربعة أضلاع قائم الزاويا يكون كل ضلعين متقابلين منه متساويين .

---

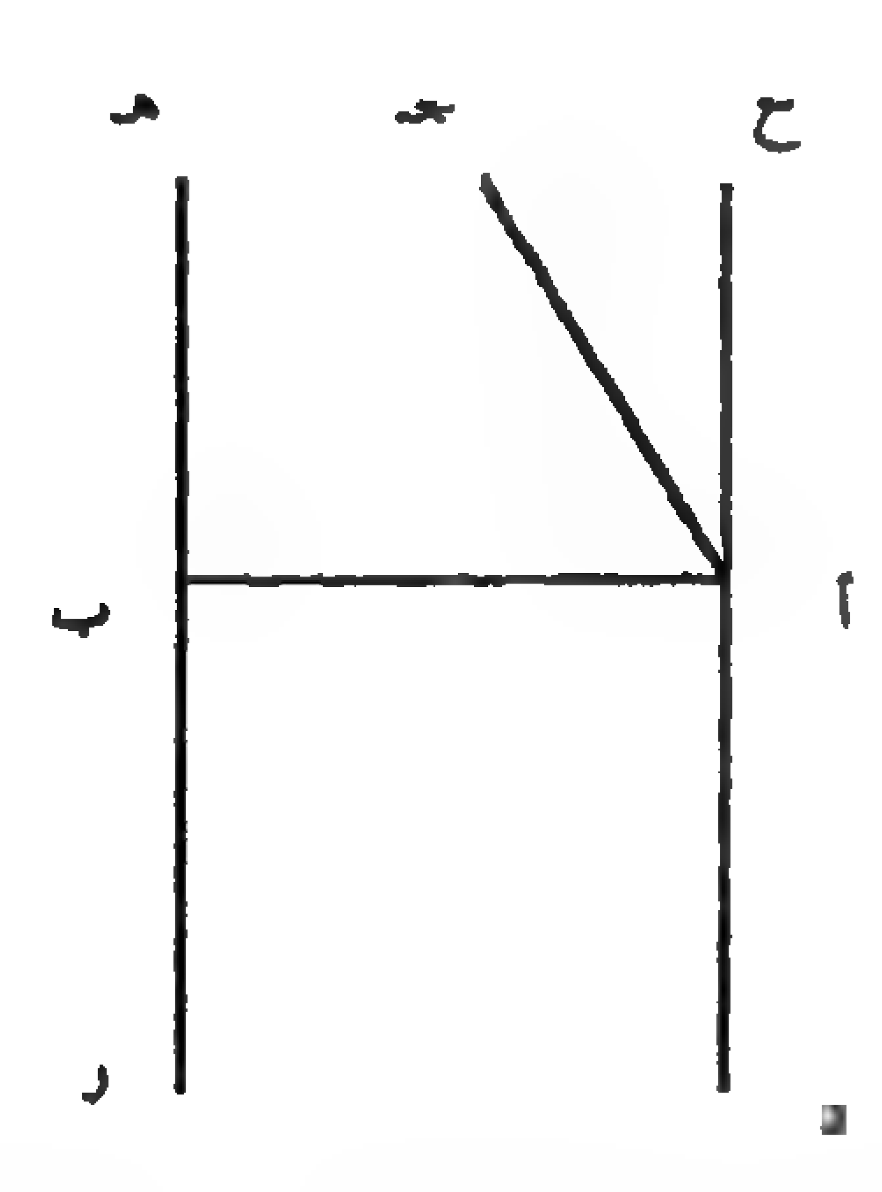
(١) هو على بن فضل الله حسام الدين السّالار، عمل أولاً فى خوارزم، وبعد استيلاء المغول على هذا البلد، أكمل فى بلاط جنكيز خان وخلفائه ومنهم هولاكو خان. (كارل بروكلمان : تاريخ الأدب العربى، ترجمة: د.محمود فهمى حجازى (المشرف على الترجمة)، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٩٥م، القسم الخامس، ص ١٩١) .

(٢) انظر تحقيقنا لنص هذه المقالة فى ملاحق هذا الكتاب .

(٣) حسام الدين السالار: مقدمات لتبين المصادرة التى ذكرها إقليدس فى صدر المقالة الأولى فيما يتعلق بالخطوط المتوازية، مخطوط دار الكتب المصرية برقم ٧٠١ رياضة، ميكروفيلم رقم ٤٥١٦٦، ص: ٢-٦ .

٦- كل خطين يبتدأن من نقطة ويحيطان بزاوية قائمة كانت أو غير قائمة ويمتدان بغير نهاية، فإنه تزايد البعد بينهما.

ثم يقدم السالار برهانه على المصادرة الخامسة فيقول: إنه إذا وقع خط أ ب على خطى جـ د، هـ ر وصُيِّر فى إحدى الجهتين الزاويتين الداخلتين وهما جـ أ ب، هـ ب أ أصغر من قائمتين، فإن الخطين إذا أُخرجا فى تلك الجهة، وهى جهة جـ هـ التقيا. وذلك لأن زاويتى هـ ب أ، ر ب أ مثل قائمتين، فتكون الزاويتان المذكورتان أصغر منهما. وتبقى زاوية جـ أ ب بعد اسقاط زاوية هـ ب أ المشتركة أصغر من زاوية ر ب أ(١).



وإذا عملنا على نقطة أ من خط أ ب زاوية مثل زاوية أ ب ر وهى زاوية ح أ ب، وقع خط جـ أ فيما بين خطى أ ح، ب هـ، وتكون زاويتا ح أ ب، هـ ب أ مثل قائمتين، فيكون بعد هـ ب عن أ ح ثابتًا على حالة واحدة ببعد عن مبدأيهما لايزيد البعد ولاينقص قط. أما بعد أ جـ عن أ ح؛ فإنه يزداد بغير نهاية .فيجب أن يزداد قرب أ جـ إلى هـ ب، فبعذ البعد الثالث الذى هو بين أ ح، هـ ب لامحالة، فيلقى خط أ جـ خط هـ ب لامحالة(٢).

ويُلاحظ من محاولة السالار لبرهان المصادرة الخامسة، كما يُلاحظ من برهانه لمبدأ أرسطو الثالث -الذى استخدمه الخيام- إنه قد اطلع على برهان الخيام

(١) المصدر السابق، ص: ٨، ٩ .

(٢) المصدر السابق، ص: ٩ .

على المصادرة الخامسة[1] .

(٣) أثير الدين الأبهري (ت ٦٦٣هـ=١٢٦٥م)[2]:

حاول أثير الدين الأبهري برهنة مصادرة التوازي كغيره من العلماء، إلا أنه قدَّم لنا صيغة مكافئة لم يشر إليها أحد من قبله. فقد برهن أولاً أن العمود المقام على منصِّف زاوية من نقطة مفروضة عليها يقطع ضليعها[3]، وذلك على النحو التالي[4]:

إذا نُصفت زاوية أ ب جـ بخط ب ح، فإنه يمكن أن يخرج لها أوتارًا إلى غير النهاية، بحيث يقع بعضها تحت بعض ويكون كل واحد منها قاعدة لمثلث متساوى الساقين، لأنا نفصل ب هـ مثل ب ز، ونصل هـ، ز. فـ هـ ب، ب ح مثل ز ب، ب ح وزاويتا ب متساويتان، فزاويتا ح متساويتان. فـ ب ح عمود

(١) روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٩ .

(٢) هو أثير الدين المُفَضَّل بن عمر بن المفضل الأبهري السمرقندى، نشأ بالموصل، ثم أخذ فى طلب العلم عن مشايخ عصره، لاسيما كل من فخر الدين الرازى وكمال الدين بن يونس. ثم أصبح له تلامذة مشهورون من أمثال المؤرخ ابن خلكان. وقد توفى الأبهرى فى سنة ثلاث وستين وستمائة هجرية، وذلك اعتمادًا على ماذكره ابن العبرى وأيضًا على ما ذكره كل من كحالة، والزركلى، والبغدادى، وجرجى زيدان، وبروكلمان. وقد ترك لنا الأبهرى عدة مؤلفات شملت مختلف النواحى العلمية والفلسفية والمنطقية، منها: تنزيل الأفكار فى تعديل الأسرار، كشف الحقائق فى تحرى الدقائق، عنوان الحق وبرهان الصدق، هدية الحكمة، المختصر فى علم الهيئة، الزيج الشامل، الزيج الأثيرى، رسالة فى العمل بالاسطرلاب. (انظر: ابن خلكان: وفيات الأعيان وأنباء أبناء الزمان، تحقيق: محمد محيى الدين عبد الحميد، مكتبة النهضة المصرية، الطبعة الأولى، القاهرة، ١٩٤٨م، جـ٤، ص: ٣٩٧، ٣٩٨. إسماعيل باشا البغدادى: هدية العارفين (أسماء المؤلفين وآثار المصنفين)، مكتبة الإسلامية والجعفرى تبريزى، الطبعة الثالثة، طهران، ١٩٦٧م، جـ ٢، ص: ٤٦٩. جرجى زيدان: تاريخ آداب اللغة العربية، مطبعة الهلال، مصر، ١٩٣١م، جـ٣، ص: ١٠٥. ابن العبرى: تاريخ مصر مختصر الدول، ص: ٤٤٥. حاجى خليفة: كشف الظنون، ص: ٩٧، ٢٠٦-٢٠٨، ٤٩٤، ٩٥٣، ١٤٩٣، ١٦١٦، ١٧٥٠، ٢٠٢٨، ٢٠٣٠. عمر رضا كحالة : معجم المؤلفين، جـ١٣، ص: ٣١٥. خير الدين الزركلى: الأعلام، جـ٨، ص: ٢٠٣. ألدوميلى: العلم عند العرب، ص: ٢٩٩. سركيس: معجم المطبوعات، جـ١، ص: ٢٩٠. بروكلمان: تاريخ الأدب العربى، القسم الخامس، ص: ٩٦-١١١) .

(٣) الأشهر: نظرية التوازى، ص: ١٠٤. وانظر: محمد واصل: نظرية التوازى، ص: ١٥٥.

(٤) قاضى زادة الرومى: شرح أشكال التأسيس، ص: ٢٤أ، ٢٤ب .

على هـ ز. ونفصل ب ط مثل ب ك، ونصل ط، ك. فخط ط ك لايمر بنقطة ح وإلا لكانت زاويتا ب ح ط، ب ج ك مثل قائمتين، وقد كانت ب ح هـ، ب ح ز مثلهما؛ هذا خلف. ولايقطع خط هـ ز، وإلا لأحاط خطان مستقيمان بسطح. فـ ط ك يمر بنقطة تحت نقطة ح مثل نقطة ل، وعلى هذا يمكن إخراج الأوتار إلى غير النهاية .

ولإثبات المصادرة الخامسة، يناقش الأبهرى الاحتمالات الثلاثة التالية[1]:

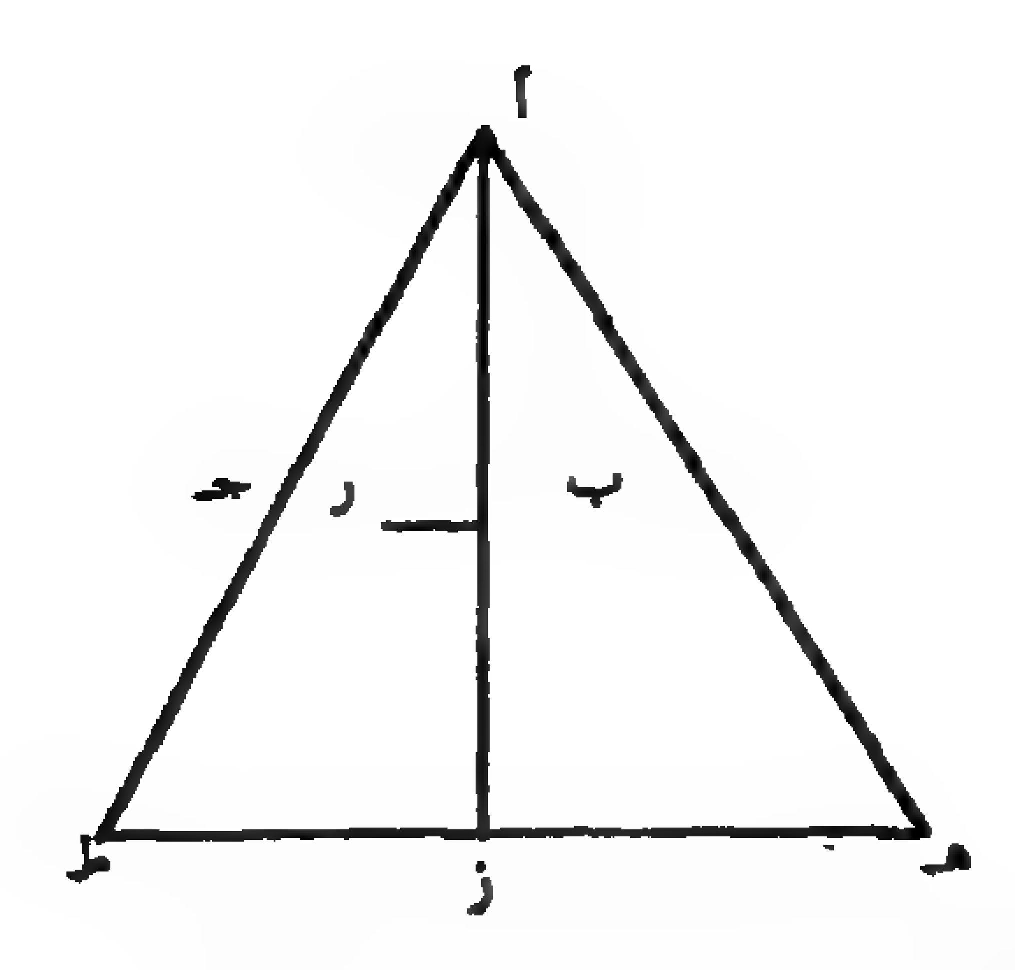
١-إحدى الزاويتين الداخليتين الواقعتين على جهة واحدة من قاطع لمستقيمين معلومين تكون قائمة، وتكون الزاوية الأخرى حادة.

٢-تكون الزاويتان الداخليتان الواقعتان من جهة واحدة من القاطع حادتين .

٣-إحدى الزاويتين الداخلتين منفرجة والأخرى حادة، ومجموعهما أقل من قائمتين.

ويبدأ الأبهرى بمناقشة الاحتمال الأول، وهو كون إحداهما -أى الزاويتين الداخليتين- حادة والأخرى قائمة. مثل خطى أ ب، ب د وقع عليهما خط أ ب،

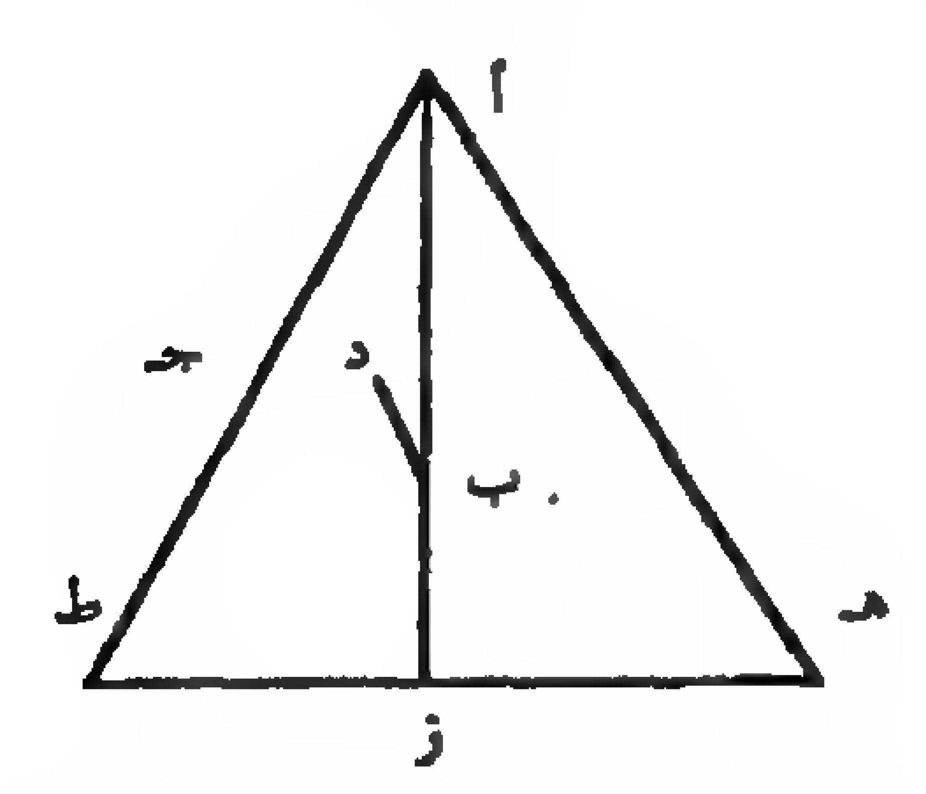
(١) المصدر السابق، ص: ٢٤ب. وانظر: الأشهر: نظرية التوازى، ص: ١٠٤. محمد واصل: نظرية التوازى، ص: ١٥٦-١٥٩ .



وصارت زاوية أ ب د قائمة، وزاوية ب أ جـ حادة.

فلنعمل زاوية ب أ هـ مثل ب أ جـ، ونخرج أ ب بالاستقامة إلى ز. فزاوية هـ أ جـ منصَّفه بخط أ ز. فيمكن أن يخرج لها أوتار يقع بعضها تحت البعض الآخر فيخرج لها أوتار إلى أن يقع وتر تحت نقطة ب، وليكن هـ ط، مارًا تحت نقطة ب. فلأن أ ز عمود على هـ ط، فـ ز ط لايلقى ب د وإلا لحدث فى مثلث قائمتان، وهو محال. فـ ب د إذا أُخرج بالاستقامة يقطع خط أ ط[1] .

ثم يتناول الأبهرى الاحتمال الثانى، وهو كون الزاويتان حادتين، ويستخدم الشكل السابق، ولكن على أن تكون زاوية أ ب د حادة أيضًا. فلأنها حادة تكون زاوية ز ب د منفرجة، أ ز ط قائمة. فخط ز ط لايلقى ب د وإلا لوقع فى مثلث قائمة ومنفرجة معًا، وهو باطل. فـ ب د إذا أُخرج يقطع أ جـ[2].

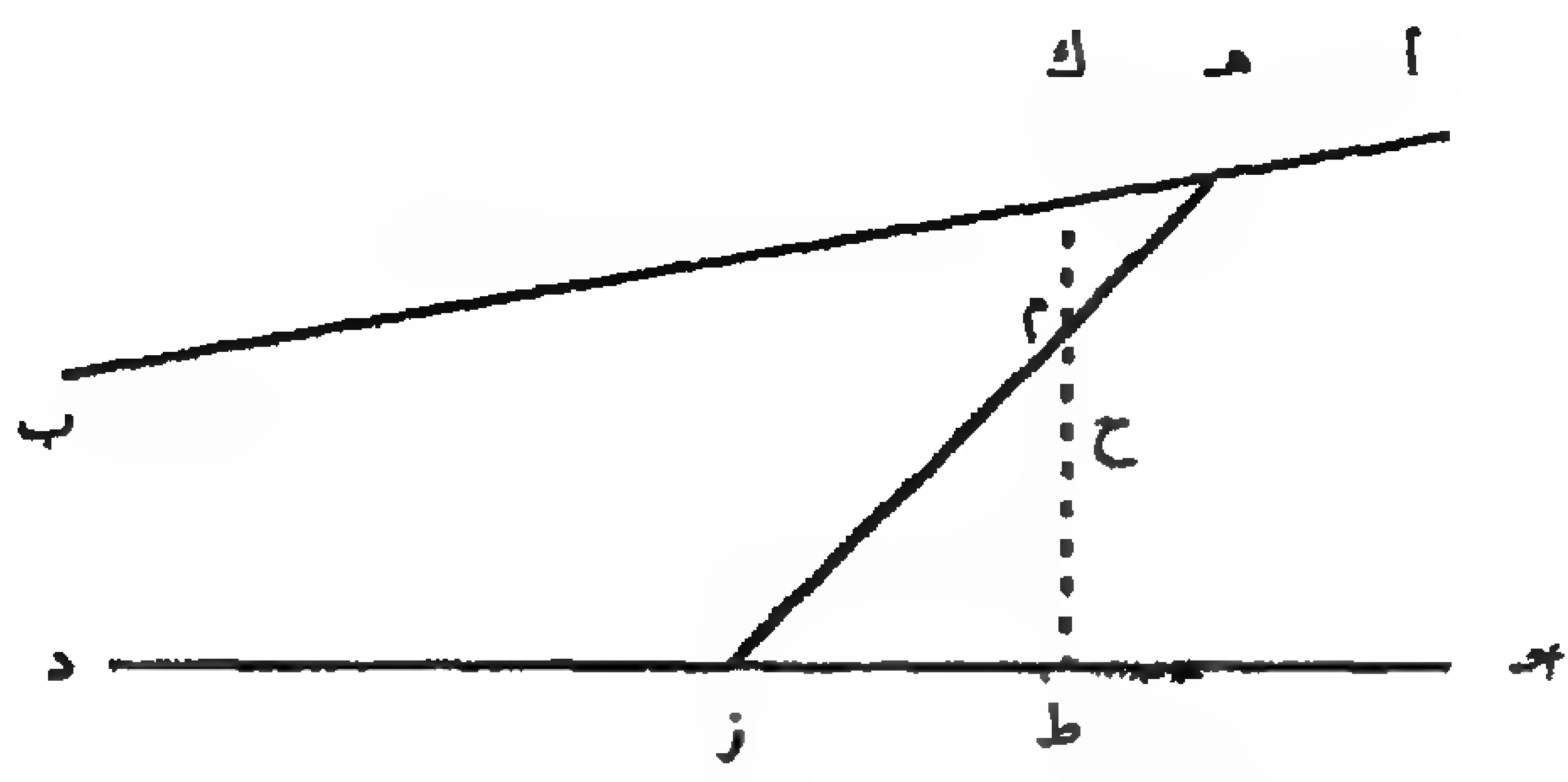


وأخيرًا فلتكن إحداهما حادة والأخرى منفرجة، مثل خطى أ ب، جـ د وقع عليهما خط هـ ز وصارت زاويتا ب هـ ز، د ز هـ أقل من قائمتين، وزاوية د ز

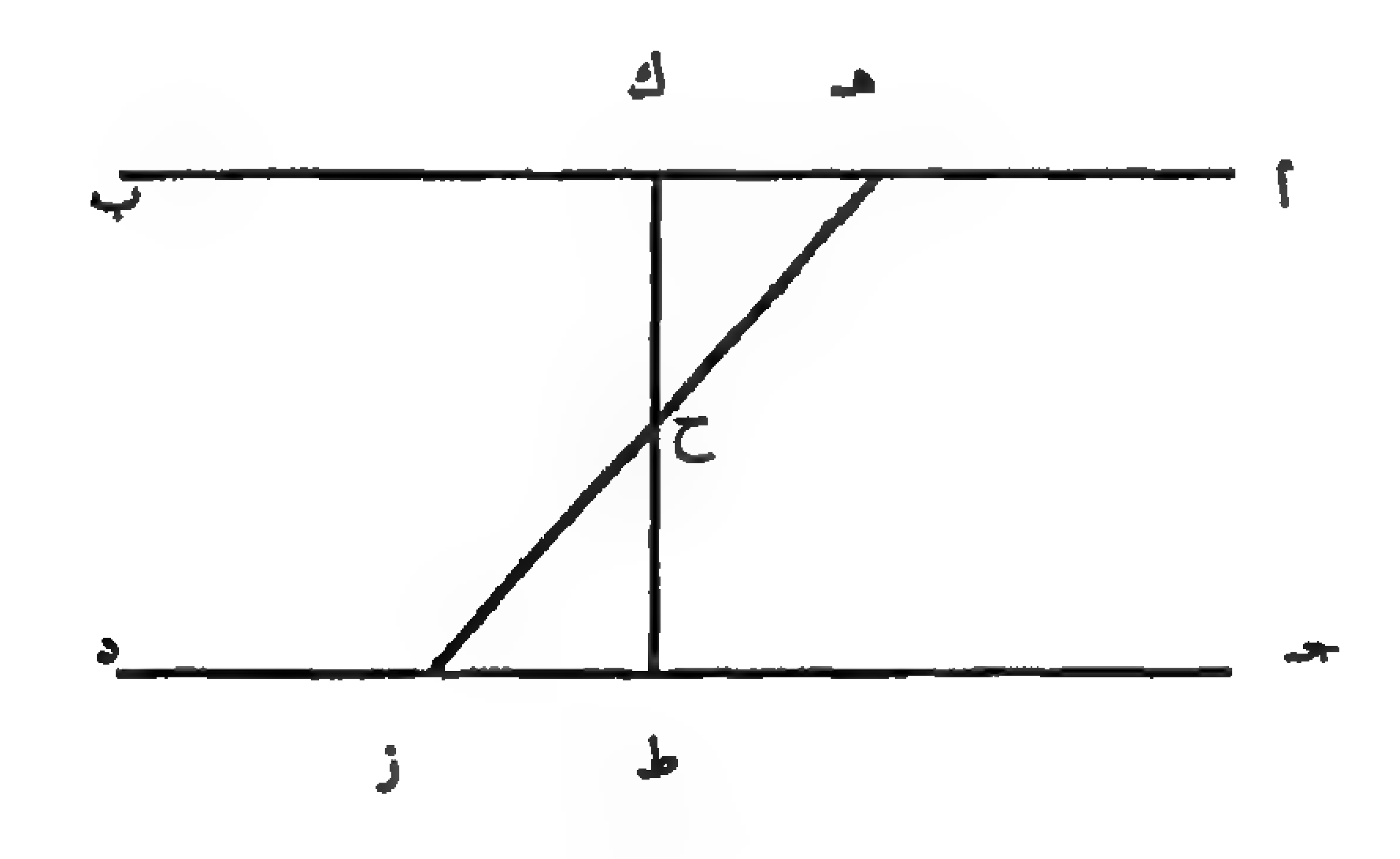
(١) قاضى زادة: شرح أشكال التأسيس، ص: ٢٤ب .

(٢) المصدر السابق، ص: ٢٤ب، ٢٥أ .

هـ منفرجة، وزاوية ب هـ ز حادة. فنصف خط هـ ز على نقطة ح، ونُخرج من نقطة ح خط ح ط عمودًا على جـ د، ونخرجه بالاستقامة إلى م. فلأن زاوية ح ط ز قائمة فـ ط ح ز حادة، فـ هـ ح م لأنها مقابلة، وب هـ ح حادة فخطا هـ أ، ح أ يلتقيان[1].



فليكن التقاؤهما على نقطة ك، فزاوية هـ ك ح منفرجة، وإلا لكانت قائمة أو حادة. فإن كانت قائمة فزاويتا هـ ك ح، هـ ح ك مثل زاويتى ح ط ز، ط ح ز. وهـ ح مثل ح ز، فزاوية ك هـ ح مثل ح ز ط. فنجعل زاوية د ز هـ مشتركة، فزاويتا ز مثل زاويتى د ز هـ، ك هـ ح، فزاويتا ز أصغر من قائمتين. هذا خلف. وإن كانت حادة فزاوية ك ط جـ قائمة، فخطا أ ب، جـ د يلتقيان فى جهة أ، جـ[2].

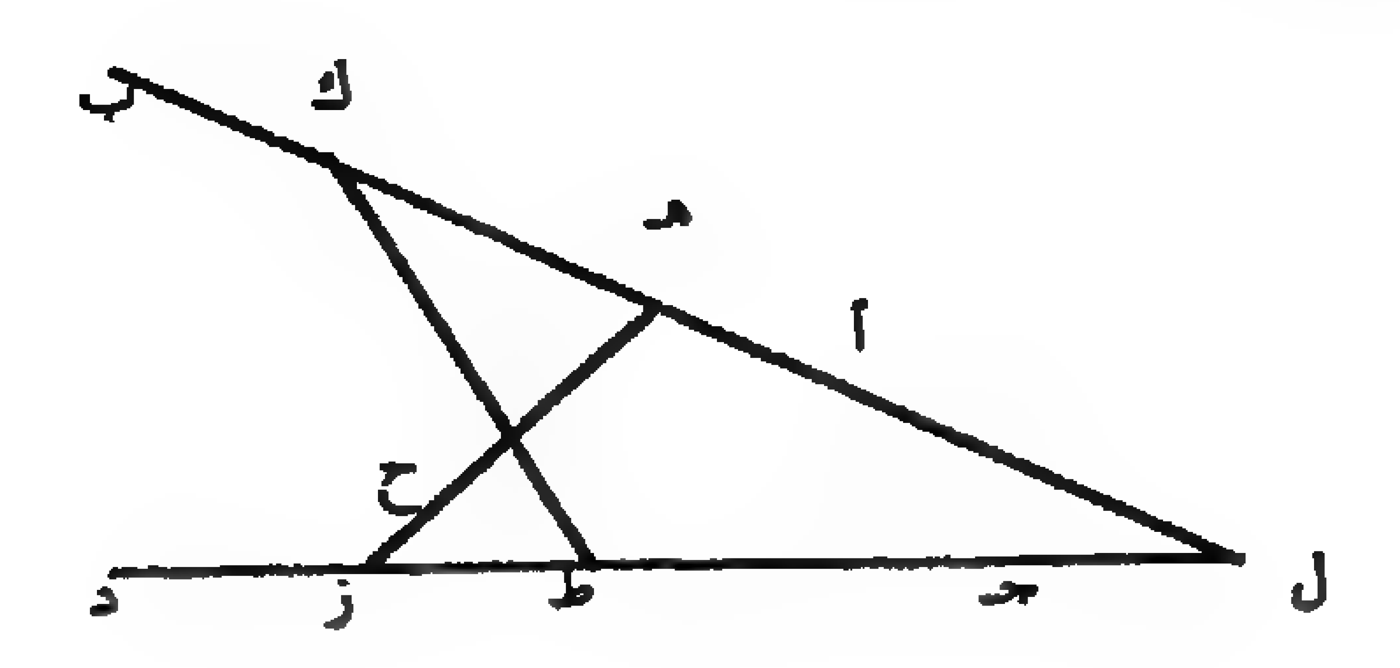


وليكن التقاؤهما على نقطة ل، فلأن زاويتى ب هـ ز، د ز هـ أصغر من

(١) المصدر السابق، ص: ٢٥أ .

(٢) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

قائمتين، وزاويتى أ هـ ز، ك هـ ز مثل قائمتين، فزاوية د ز هـ أصغرمن زاوية أ هـ ز، فالخارجة أصغر من الداخلة. هذا خلف[1].



فإذن ثبت أن زاوية هـ ك ح منفرجة، فزاوية ب ك ط حادة، وزاوية د ط ك قائمة. فخطا أ ب، جـ د يلتقيان[2]. ولايبقى بذلك إلا احتمال رابع، وهو أن مجموع الزاويتين الداخلتين يجب أن يكون قائمتين .

ويلاحظ مما سبق أن البرهان الذى قدمه الأبهرى لايخلو من الأخطاء المنطقية، كغيره من البراهين التى تكسَّرت على صخرة مصادرة التوازى. وعلى الرغم من ذلك، فإن معالجته تنطوى على عمق، وتمتاز بطابع الإبداع الأصيل. فلم يسبق أن لاحظ أحد قبله العلاقة ما بين مصادرة إقليدس وقضية الأبهرى المذكورة فى صدر محاولته -كما أشرنا سابقًا- وبذلك أضاف نظرية مكافأة لها. ويظهر عمق هذا البرهان بجلاء أكثر حينما نعلم بأن أحد الرياضيين الإنجليز قد نشر برهانًا لمصادرة التوازى مشابهًا لبرهان الأبهرى عام ١٨٩٨م، أى بعد الأبهرى بما يقرب من سبعمائة سنة؛ وذلك فى مجلة "الرياضيات البحتة والتطبيقية، وبغير تغيير يذكر[3] .

(٤) نصير الدين الطوسى (ت ٦٧٢هـ=١٢٧٤م):

يعد نصير الدين الطوسى أحد العلماء الذين احتلوا مكانة مرموقة فى تاريخ

---

(١) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

(٢) المصدر السابق، ص :٢٥أ، ٢٥ب .

(٣) محمد واصل: نظرية التوازى، ص: ١٥٩ .

العلم الرياضي، حيث أصبح اسمه مرتبطًا بالرياضيات أشد الارتباط، فى الشرق والغرب على السواء. فقد برع الطوسى فى البحوث الهندسية عن غيره من العلماء، بإحاطته الكلية بالمبادىء والقضايا الأساسية التى تقوم عليها الهندسة، لاسيما فيما يتعلق بالمتوازيات؛ وقد فهمها الطوسى كما يفهمها العلماء المعاصرون[1] .

وفى هذا يقول حيدر بامات: "إن نصير الدين الطوسى كان أول من شك فى قيام هندسة إقليدس، ويجب أن يُعدّ الرائد القديم للوباتشفسكى وريمان فى الهندسة اللاإقليدية" [2]. كما يقول العالم الألمانى فيدمان: "إن نصير الدين الطوسى حاول أن يبرهن فرضية إقليدس الخامسة فى كتابه "الرسالة الشافية عن الشك فى الخطوط المتوازية"، فكانت محاولة ناجحة حيث فتح باب النقاش وعدم التسليم بما كتبه إقليدس وأمثاله من علماء اليونان فى الهندسة"[3] .

فلقد أعمل الطوسى تفكيره فى إشكالية الخطوط المتوازية، وذلك من خلال عملين، الأول: الرسالة الشافية عن الشك فى الخطوط المتوازية والتى ألفها خصيصًا لهذه الإشكالية. والثانى: تحرير أصول الهندسة والحساب لإقليدس. وفى الرسالة الشافية وقبل أن يعرض الطوسى برهانه الخاص للمصادرة الخامسة، يُستعرض ثلاث محاولات سابقة عليه لكل من العباس بن سعيد الجوهرى، وابن الهيثم، وعمر الخيام، وذلك لنقدها وتقييمها والاستفادة منها .

(أ) الطوسى وموقفه من محاولة الجوهرى:

يبين الطوسى مواطن الضعف فى برهان الجوهرى على المصادرة الخامسة، لاسيما أنه قد استعمل مقدمة غير صحيحة. وذلك لأن الحاصل من إثبات الدعوى الأولى فى هذا البرهان، أنه إذا وقع خط على خطين وصار المتبادلان متساويين،

---

(١) طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٤١٢. طوقان: العلوم عند العرب، دار إقرأ، بيروت، (بدون تاريخ). ص: ٢٢٥ .

(٢) حيدر بامات: إسهام المسلمين فى الحضارة الإنسانية، ترجمة: د.ماهر عبد القادر (ضمن كتاب التراث والحضارة الإسلامية) دار النهضة العربية، بيروت، (بدون تاريخ)، ص:٦٢.

(٣) إبراهيم المسلم: إطلالة على علوم الأوائل، ص: ١١٨ .

فالخطان متوازيان. ولايلزم من هذه الدعوى وثبوتها وجوب كون سائر الخطوط الواقعة عليها بصفة الخط الأول فى تسوية المتبادلتين، ولاامتناع ذلك[1] .

والحاصل أيضًا من إثبات الدعوى الثانية فى برهان الجوهرى -والمضاف إلى الدعوى الأولى- أنه إذا فرض أربع نقط على ذلك الخطين المتوازيين، الذين وقع عليهما الخط الموصوف عن جنبتى الموقعين، كل اثنتين عن جنبتى موقع على وجه يكون بعد المتيامنة عن الموقع الذى على خطها مساويًا لبعد المتياسرة عن الموقع الآخر، فإن البعد بين المتيامنتين يساوى البعد بين المتياسرتين. وأيضًا يكون بعد كل نقطة عن الموقع الذى ليس على خطها مساويًا لبعد مناظرتها عن الموقع الآخر[2] .

وينتهى الطوسى من ذلك إلى أنه لايلزم من البرهان الذى قدمه الجوهرى -كما سبق أن أشرنا إليه- تساوى أبعاد نقط ليست على هذه الصفة المذكورة، لأن البرهان لايفيد الحكم الكلى فى سائر النقط، ولايلزم من تساوى أبعاد نقط موصوفة بصفة أن تكون أبعاد ما لاتوصف بهذه الصفة متساوية، بل ربما تكون غير متساوية. كما لايلزم من وجوب تساوى كل وترين يقعان فى دائرة عن جنبتى المركز على بعدين متساويين منه، تساوى وترين آخريين من الأوتار الواقعة فيها[3].

ثم يتناول الطوسى الشكل الثانى من أشكال الجوهرى مبينًا ما يتضمنه من خلل، حيث أراد الجوهرى بيان تساوى خطين أحدهما قاعدة مثلث والآخر خط يمر بمنتصف ضلعيه. فأحال تساويهما على البرهان المذكور فى الشكل الأول، وهو لايعينه لأن النقط ليست موصوفة بالصفة المذكورة فى البرهان[4] .

ولم يلزم أيضًا من برهانه تساوى أبعاد مثل هذه النقط، إذ لم يكن برهانه مفيدًا تساوى أبعاد كل نقطة عن نظيرتها على أى وجه يتفق أن تقعا حتى يكون الحكم شاملاً لجميع النقط، ويصح إلحاق هاتين النقطتين به. بل أفاد تساوى أبعاد

---

(١) الطوسى: الرسالة الشافية، ص: ٢٤ .

(٢) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

(٣) المصدر السابق، ص: ٢٤، ٢٥ .

(٤) المصدر السابق، ص: ٢٥ .

نقط موصوفة بصفة مفقودة فى هذه النقط؛ فإلحاقها بهـا فـى الحكـم خـروج عـن قانون صناعة البرهان[1].

وأخيرًا يؤكد الطوسى أن إثبـات ضعـف حكـم الشـكل الثـانى مـن أشـكال الجوهرى، يؤدى إلى ضعف حكم الشـكل الرابـع ومـا بعـده، لأن هـذه الأشـكال كلها مبنية عليه[2] .

(ب) الطوسى وموقفه من محاولة ابن الهيثم:

لم يقرأ الطوسى برهان ابن الهيثـم فـى "شـرح مصـادرات إقليـدس"، فهـو لم يعرف سوى كتاب "حل شكوك إقليـدس فـى الأصـول"، لاسيما انـه لم يجـد إلا ذكرًا للمصدر الأول[3]. لذلك كـان الطوسـى يعـرف أن ابـن الهيثـم قـد اسـتخدم مفهوم الحركة -التى هى من لواحق الأجسام الطبيعية- فى برهانه علـى المصـادرة الخامسة، ويصحح من خلاله المقدمة المتنازع عليها. فـدل بذلـك على خلطـه فنًـا بفن وعدم تمييزه بـين هليـة الشـىء[4] وماهيتـه الدالـة على شـرح اسمـه أو حقيقـة ذاته[5].

وقد استنتج الطوسى خطاءً أن برهان ابن الهيثم فى كتابـه "حـل الشـكوك"، يرتكز على المقدمة التى تنص علـى أن "الخطـين المسـتقيمين المتقـاطعين لايمكـن أن يوازيا خطًا واحدًا مستقيمًا"؛ وانتقده لعدم استنتاجه المصـادرة الخامسـة مـن هـذه المقدمة[6].

فمن خواص الخطوط المتوازية البينة فى العقل، أنها لاتلتقى مع إخراجهـا إلى

---

(١) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

(٢) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

(٣) المصدر السابق، ص: ٥. وانظر: روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٩ .

(٤) الهلّية كلمة مشتقة من حرف الاستفهام "هل، وتعنى الاسـتفهام عـن وجـود شـىء. فالهلّيـة هنـا تعنـى الاستفهام عن وجود الحركة التى يثبت وجودها فى الموضوعات الطبيعية وعن وجود الخطوط المتوازيـة التى يثبت وجودها فى الشكل الحادى والثلاثين من أصول إقليدس .

(٥) الطوسى: الرسالة الشافية، ص: ٥ .

(٦) المصدر السابق، ص :٥، ٦. وانظر: روزنفيلد ويوشكفيتش، الهندسة، ص: ٥٩٩ .

غير النهاية. ولذلك فالخطان المتقاطعان لايصح أن يحكم عليهما معًا بامتناع تلاقى خط غيرهما أو كلاهما. وقد ظن ابن الهيثم أن كون جميع الأبعاد متساوية داخل فى مفهوم التوازى، وكون ذلك لازمًا غير بين إنما يتبين فى كتاب الأصول بعد الوقوف على الشكل الثالث والثلاثين[1].فحد المتوازيات بأنها خطوط لاتلتقى مهما أُخرجت فى كلتا الجهتين ليس إلا تعريفًا بمعنى تعبير "الخطوط المتوازية"، أما بعد إثبات وجودها فى الشكل الحادى والثلاثين، فيصبح هذا التعريف دالاً على الماهية. فماهية الخطوط المتوازية بعد إثبات وجودها هو عدم تلاقيها[2] .

ويلاحظ هنا أن الطوسى فى نقده لابن الهيثم يستخدم بعض المفاهيم الفلسفية البحتة، مثل مفاهيم الماهية (ما هو؟)، والهلّية (هل هو؟)[3].

(جـ) الطوسى وموقفه من محاولة عمر الخيام:

لم يتعرض الطوسى فى أثناء تناوله للقضايا التى قدمها الخيام لمبادىء الفيلسوف الخمسة، والتى من بينها مبدأ متكافىء مع المصادرة الخامسة. وقد انتقد الخيام فى برهانه على المصادرة الخامسة، لاسيما قوله فى الشكل الثالث: "ونخرج أ حـ، ب د فيقطعان ح ك ط، على ح، ط"[4]. وكذلك انتقد بناءه الشكل السادس على مقدمة غير بيّنه، وهى: "أنه يجب أن يلاقى كل مقاطع لأحد خطين سماهما متحاذيين الخط الآخر منهما" . وقد اقتصر الخيام فى بيان هذه المقدمة على أنه لما كان البعد بين المتقاطعين يزداد إلى ما لانهاية له، والبعد بين المتحاذيين بعد واحد، فيوشك أن يصير البعد بين المتقاطعين أعظم من ذلك البعد الواحد، وحينئذ يكون القاطع قد قطع كليهما[5] .

وقبل أن يتناول الطوسى هذه المقدمة بالنقد، يشير أولاً إلى أنها هى التى جعلها

(١) المصدر السابق، ص: ٦، ٧ .

(٢) حاويش: نظرية المتوازيات، هامش ص: ١٩٢ .

(٣) المرجع السابق، ص: ١٧.

(٤) الطوسى: الرسالة الشافية، ص: ١٤، ١٥ .

(٥) المصدر السابق، ص: ١٥، ١٦ .

ابن الهيثم بدلاً عن المصادرة الخامسة[1]. وثانيًا ينتقد هذه المقدمة قـائلاً: "مـن المشـهور أن كل مقدار متناه متزايد بزيادات لانهاية لها، فإنه يتجاوز كل حـد يمكـن أن يفـرض فوقه إلى ما لايتناهى. وهذا الحكم صحيح فى بعض الصور، غير صحيح فـى بعضهـا. وهكذا يكون حالى أكثر للشهورات الممتازة عن المقدمات الحقة"[2] .

ثم يشير الطوسى إلى أن الحد الذى يفصل بين الصحيح وغـير الصحيـح هـو اعتبار كميات التزايد، لأنها إن كانت متساوية المقادير كالأعداد المتواليـة المـتزايدة بالآحاد المتساوية، أو متزايدتها كالمربعات المتوالية المتزايدة بـالأفراد المتواليـة؛ كـان الحكم على المقـدار المتزايد بأن يتجـاوز كـل حـد يمكـن أن يفـرض فوقـه إلى مـا لايتناهى صحيحًا لاريب فيه، بل يجب أن تُعدّ هذه القضية فى الأوليات[3] .

وأما إن كانت كميات التزايد متناقصة المقادير، فربما لايصح هذا الحكم على المقدار المتزايد بتلك الزيادات المتناقصة. بل يصح أن يحكم عليـه بـأن لاينتهـى مـع تزايد مرات غير متناهية إلى حد ما يفرض فوقه فضلاً عن أن يتجاوزه. وذلك لأن طبيعة المقـدار فـى ذاتهـا قابلـة لانقسـامات لاتتنـاهى كمـا تقـرر فـى الفلسـفة أو الحكمة. ولهذا يصح الحكم بصيرورة البعد المتزايد بين المتقـاطعين أعظـم مـن البعـد الواحد المفروض بين المتحاذين إلا بعد اعتبار مقادير الزيـادات، وذلـك يحتـاج إلى فضل بيان هندسى[4] .

ويلاحظ هنا أن الطوسى فى نقـده للمقدمـة التى بنـى عليهـا الخيـام شـكله السادس، إنما يقدم لنا إشـارة -قـد تكـون الأولى فـى تـاريخ الرياضيـات- إلى مـا نسميه اليوم دالات غير اتصالية وهذه الإشارة تحتـوى ضمنيًا على الشـرط الـذى يصح به ما نسميه اليوم قضيـة القيمـة المتوسـطة، وهـو اتصاليـة الدالـة علـى طـول المسافة التى هى محددة عليها بما فى ذلك طرفا المسافة[5] .

---

(١) المصدر السابق، ص :١٦ .

(٢) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

(٣) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

(٤) المصدر السابق، ص: ١٦، ١٧ .

(٥) جاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٦ .

ويتابع الطوسى فى رسالته الشافية عارضًا برهانه الخاص بالمصادرة الخامسة، وكما يذكر هو نفسه، فإنه استعار بعضًا من الأشكال من الخيام، وهما الأول والرابع[1]. وقد عرض الطوسى أيضًا مرتين كلاً من القضيتين الأخريتين من البرهان، والصيغة الثانية من هذه الإعادة ترجع إلى الجوهرى[2]. وهذا يعنى أن الطوسى يعرض فى رسالته هذه لنظريتين للخطوط المتوازية، أولهما تأخذ بمفهوم تساوى الأبعاد بين الخطين المتوازيين. أما فى نظريته الثانية فقد سلك طريقة الجوهرى.

ولم يستخدم الطوسى فى رسالته الشافية مصادرة مكافئة لمصادرة إقليدس الخامسة، كما أنه ارتكب خطأً يتعلق بالمصادرة على القول أو المطلوب. وقد نبه علم الدين قيصر الحنفى[3] إلى هذا الخطأ فى رسالة وجهها للطوسى[4]، يقول فيها:

" .. غير أن البيان فى الشكل الثالث وهو كون لزوم كل واحد من الخطين فى كل واحد من الجهتين يقرب كل واحد منهما عن الآخر ويبعد معًا، وأن ذلك مستحيل. وإن كانت تلك قضية ضرورية، فإنها ليست من القضايا الهندسية، ونحن جعلنا هذه القضية من جملة أشكال كتاب إقليدس. وأما ما ارتضاه مولانا من كلام الجوهرى وأضاف إليه ما أضاف، فهو فى غاية ما يمكن من الحسن... ويمكن أن تبنى بعد بيان الشكل السادس بعينه هذه القضية بطريق آخر، فيقال: إنه إذا وقع خط مستقيم على خطين مستقيمين، فتصير الزاويتان الداخلتان فى جهة واحدة حادتين ومجموعهما أقل من قائمتين، فإن الخطين إذا أُخرجا فى تلك الجهة التقيا"[5] .

---

(١) انظر: الطوسى :الرسالة الشافية، ص: ٢٦-٣٤. روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٩.

(٢) انظر المصدر السابق، ص: ٣٤-٣٦. وأيضًا روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٩ .

(٣) وهو علم الدين قيصر بن أبى القاسم بن عبد الغنى بن مسافر الحنفى الهندسى الأسفونى، الملقب بتعاسيف. عرف بالمهندس، وكان فلكيًا ورياضيًا. اعترف بفضله ونبوغه ابن أبى أصيبعة. ولد بأسفون من صعيد مصر سنة ٥٧٤هـ= ١١٧٨م، وتوفى فى دمشق سنة ٦٤٩هـ=١٢٥١م. درس فى مصر وسوريا ثم فى الموصل على كمال الدين بن يونس. وبعد ذلك رجع إلى سوريا ودخل فى خدمة حاكم حماة ٦٢٧-٦٤٢هـ=١٢٢٩-١٢٤٤م، وعمل له بعض النواعير والقلاع. (الزركلى: الأعلام، جـ٦، ص: ٦٢. طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٤٠٢.

(٤) روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٥٩٩ .

(٥) الطوسى: الرسالة الشافية، ص: ٣٨ .

وعليه، بدأ الطوسى وهو ينقل برهان المصادرة الخامسة من الرسالة الشافية إلى كتاب "تحرير أصول الهندسة والحساب" لإقليدس، بإعلان مصادرة شبيهة بالتى استخدمها الخيام، لكنها أقوى منها[1]. وهذه المصادرة هى: "أن الخطوط المستقيمة الكائنة فى سطح مستو، إن كانت موضوعة على التباعد فى جهة، فهى لاتكون موضوعة على التقارب فى تلك الجهة بعينها، وبالعكس، إلا أن يتقاطعا"[2].

وقد استعمل الطوسى أيضًا فى بيان هذه المصادرة قضية[3] أخرى استعملها إقليدس فى المقالة العاشرة وغيرها، وهى: "أن كل مقدارين محدودين من جنس واحد، فإن الأصغر منهما يصير بالتضعيف مرة أخرى أعظم من الأعظم"[4] .

وكذلك استخدم الطوسى مجموعة من القضايا الإقليدية المفروضة والمبرهنة السابقة على القضية (٢٩) من المقالة الأولى من كتاب "الأصول"، وهى القضية التى يفترض فيها إقليدس المصادرة الخامسة لأول مرة فى كتابه[5].

وهكذا أقام الطوسى نسقه الاستنباطى الذى يستخدمه فى برهانه على المصادرة الخامسة لإقليدس؛ وهذا البرهان[6] يتألف من سبع قضايا، هى:

---

(١) روزنفيلد ويوشكفيتش :الهندسة، ص: ٥٩٩، ٦٠٠ .

(٢) إقليدس: أصول الهندسة، ص: ٣ أ .

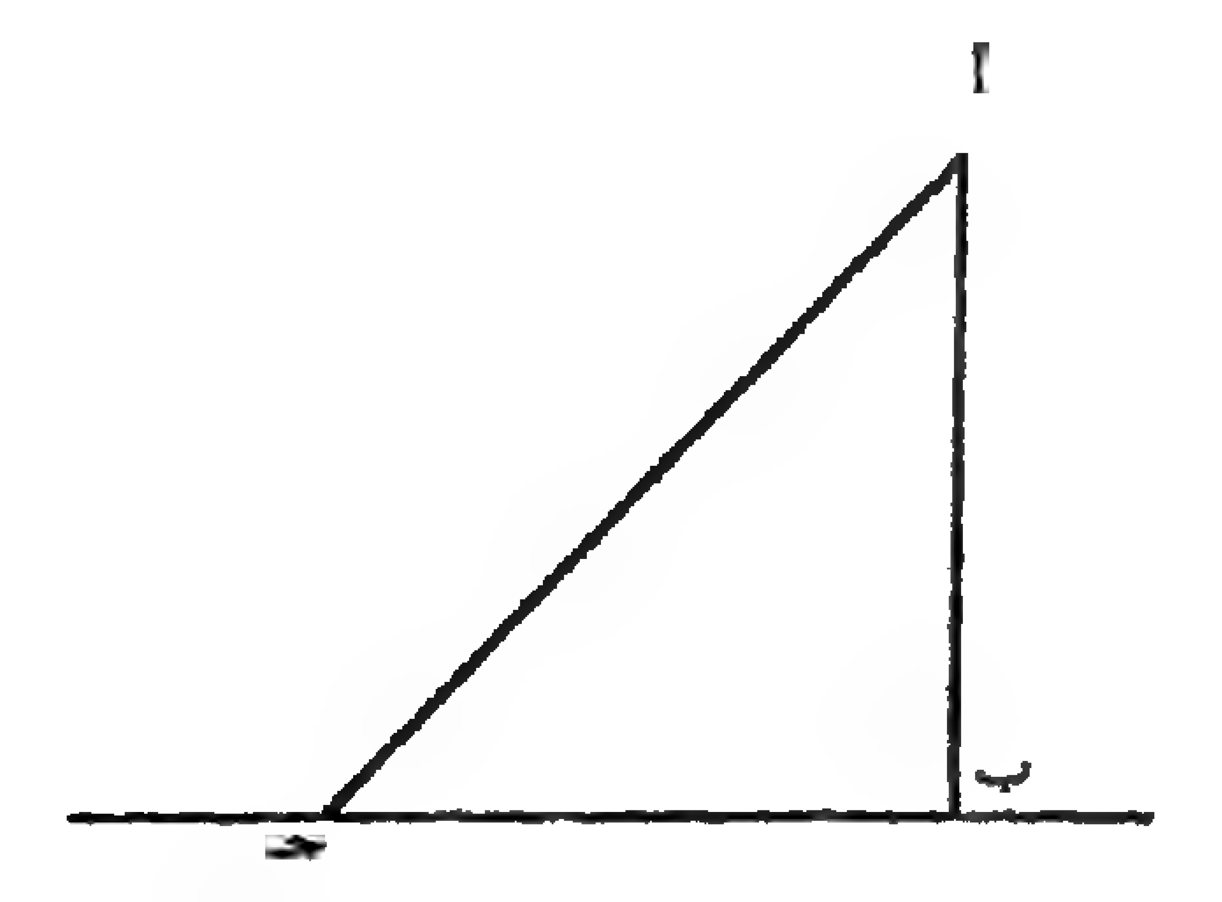
(٣) تُعرف هذه القضية بـ "مصادرة أرشميدس" وإن لم يكن أرشميدس أول من استعملها؛ فالمعروف (نقلاً عن أرشميدس نفسه)، أن أودكسوس (٣٦٧ق.م) قد استعان بها فى البرهنة على بعض القضايا التى ظهرت فيما بعد فى كتاب الأصول لإقليدس. وكذلك استعملها إقليدس فى برهانه على القضية الأولى من المقالة العاشرة، مستندًا فى تبريره لها إلى تعريفه للمقادير ذوات النسبة كما ذكره فى المقالة الخامسة. (سعيد الدمرداش: الحسن بن الهيثم، ص: ١٧٧. وانظر: د.عبد الحميد صبره: برهان نصير الدين الطوسى، ١٤٣) .

(٤) إقليدس: أصول الهندسة، ص: ٣أ، ب .

(٥) د.عبد الحميد صبره: برهان نصير الدين الطوسى، ص: ١٤٣ .

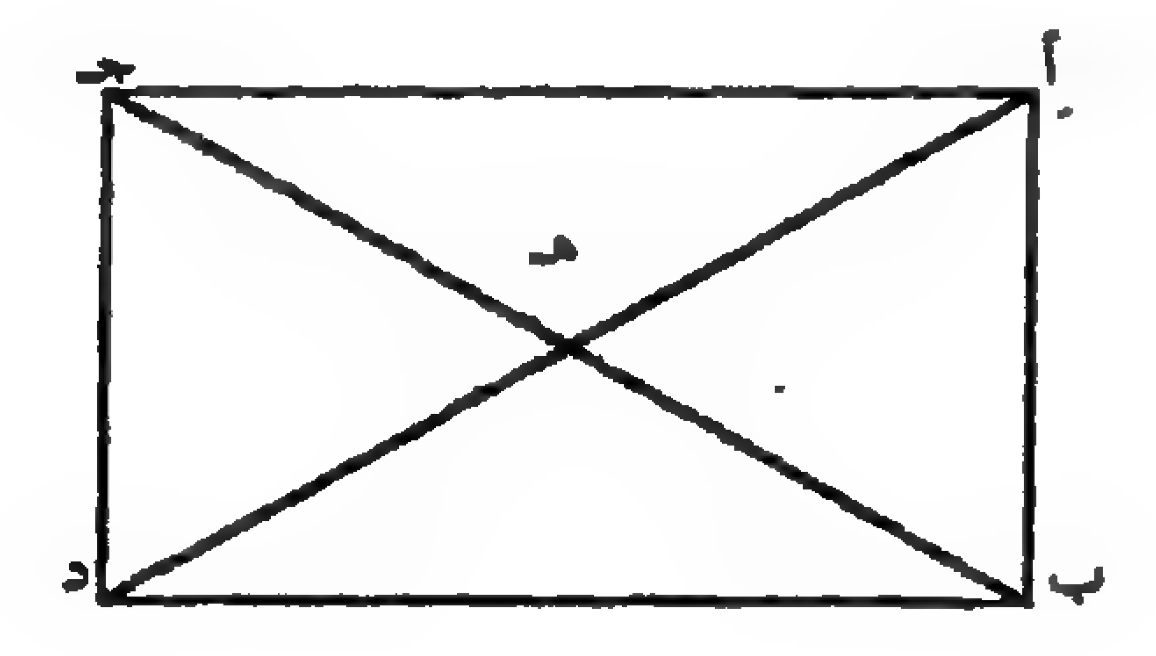
(٦) انظر: إقليدس: أصول الهندسة، ص: ٣أ-٧أ .سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٧٥-٧٧. شربل: الرياضيات فى الحضارة الإسلامية، ص: ١٨٢، ١٨٣. الدفاع: العلوم البحتة، ص: ٢٣٧-٢٤٠. وانظر أيضًا د. عبد الحميد صبرة: برهان نصير الدين الطوسى، ص: ١٥٠-١٦٨.

الأولى: أقصر الخطوط الخارجة من نقطة مفروضة إلى خط غير محدود ليست هى عليه، وهو المسمى ببعدها عنه، هو الذى يكون عمودًا عليه.



فلتكن النقطة أ والخط ب جـ، والعمود الخارج منها إليه أ ب وذلك لأننا إذا أخرجنا منها إليه خطًا آخر كـ أ جـ، كانت زاوية أ جـ ب الحادة أصغر من زاوية أ ب جـ القائمة؛ فيكون أ ب أقصر من أ جـ، وكذلك فى غيره .

الثانية: إذا قام عمودان متساويان على خط، ووصل طرفاهما بخط آخر، كانت الزاويتان بينهما متساويتان .

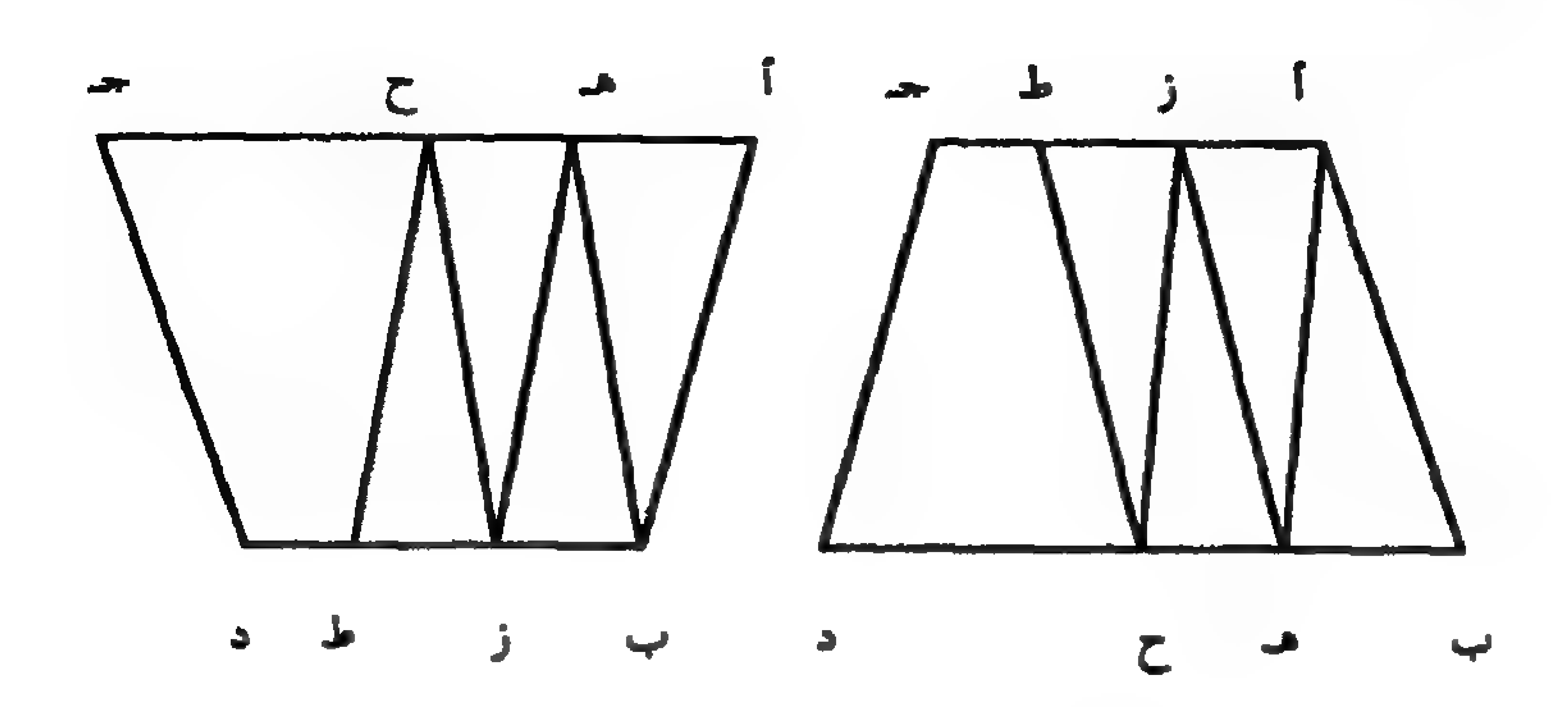


مثلاً إذا قام عمودا أ ب، جـ د المتساويان على ب د، ووصل أ جـ؛ فحدثت بينهما زاويتا ب أ جـ، د أ جـ؛ فهما -إذن- متساويان .

ونصل أ د، ب جـ متقاطعين على هـ. فيكون فى مثلثى أ ب د، جـ د ب ضلعا أ ب، ب د؛ وزاوية أ ب د القائمة مساوية لضلعى جـ د، جـ ب؛ وزاوية جـ د ب القائمة، كل لنظيره. ويقتضى ذلك تساوى باقى الزوايا والأضلاع النظائر؛ ولتساوى زاويتى أ د ب، جـ ب د يكون ب هـ، د هـ متساويين؛ ويبقى أ هـ، جـ هـ متساويين، فتكون زاويتا هـ أ جـ، هـ جـ أ متساويتين؛ وكانت زاويتا

د أ ب، ب جـ د متساويين، فيكون جميع زاوية ب أ جـ مساوية لجميع زاوية د جـ أ.

الثالثة: إذا قام عمودان متساويان على خط ووصل طرفاهما بخط، كانت الزاويتان الحادثتان بينهما قائمتين .



ولنعد عمودي أ ب، جـ د على خط ب د، ونصل أ جـ؛ فإن زاويتي ب أ جـ، جـ د أ المتساويتين قائمتان. وإلا لكانتا إما منفرجتين أو حادتين. فليكونا أولاً منفرجتين .

ونخرج من أ العمود أ هـ على الخط أ جـ ، فيقع لامحالة فيما بين خطي أ ب، جـ د، وتكون الزاوية أ هـ د الخارجة من المثلث أ ب هـ أعظم من الزاوية أ ب هـ القائمة؛ فتكون أيضًا منفرجة .

ثم نخرج من نقطة هـ العمود هـ ز على الخط هـ د، ويقع فيما بين خطي أ هـ، جـ د؛ وتكون الزاوية هـ ز جـ أيضًا منفرجة .

ثم نخرج من ز العمود ح ط على ح د، وهكذا إلى غير النهاية؛ فتكون الأعمدة الخارجة من النقط: أ، ز، ط من الخط أ جـ على الخط ب د؛ أعني الأعمدة أ ب، ز هـ، ط ح، متزايدة الأطوال على الولاء. وأقصرها العمود أ ب، لأنه يوتر الزاوية أ هـ ب الحادة؛ فهو أقصر من أ هـ الموتر للقائمة. وأ هـ الموتر للزاوية أ ز هـ الحادة أقصر من ز هـ الموتر للقائمة. فـ أ ب أقصر من أ هـ، وأ هـ من ز هـ؛ وكذلك ز هـ من ط ح، وعلى هذا الترتيب .

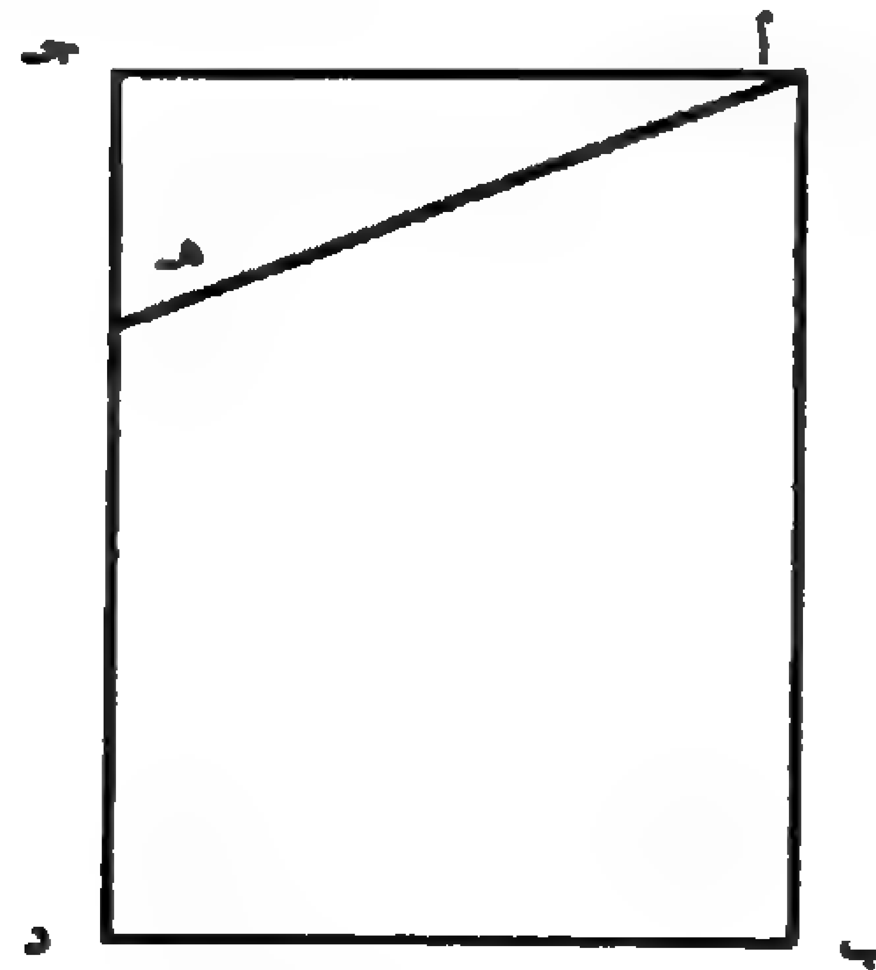
ويظهر من ذلك أن أبعاد النقط التى هى مخارج الأعمدة الخارجة من خط أ جـ على خط ب د، عن خط ب د متزايدة الأطوال فى جهة جـ، فإذن خط أ جـ موضوع على التباعد عن خط ب د فى جهة جـ، وعلى التقارب فى جهة أ.

ولكون زاوية د جـ أ أيضًا منفرجة تبين بمثل هذا التدبير أن خط أ جـ بعينه موضوعًا على التباعد من خط ب د بعينه فى جهة أ التى كان فيها بعينها موضوعًا على التقارب منه. فإذن هو متباعد متقارب معًا من خط واحد فى جهة واحدة من غير تلاقٍ؛ هذا خلف .

ثم ليكونا حادتين: ونقيم الأعمدة المتوالية، إلا أنا نبتدىء بإخراج العمود من النقطة ب على خط أ جـ؛ فيقع فيما بين خطى أب، جـ د، لكون زاوية أ حادة. إذ لو وقع خارجًا عنهما لاجتمع فى مثلث قائمة ومنفرجة. وهكذا إلى أن نخرج الأعمدة أ ب ، هـ ز، ح ط المتناقصة الأطوال على الولاء .

ثم نبين بمثل ما مر أن الخط أ جـ موضوع على التقارب من الخط ب د فى جهة جـ، وعلى التباعد عنه فى جهة أ. ونبين بإستئناف العمل والتدبير أنه موضوع على التباعد عنه فى الجهة التى كان موضوعًا فيها على التقارب منه بعينه. هذا خلف. فإذن ثبت أن زاويتى ب أ جـ، د جـ أ قائمتان .

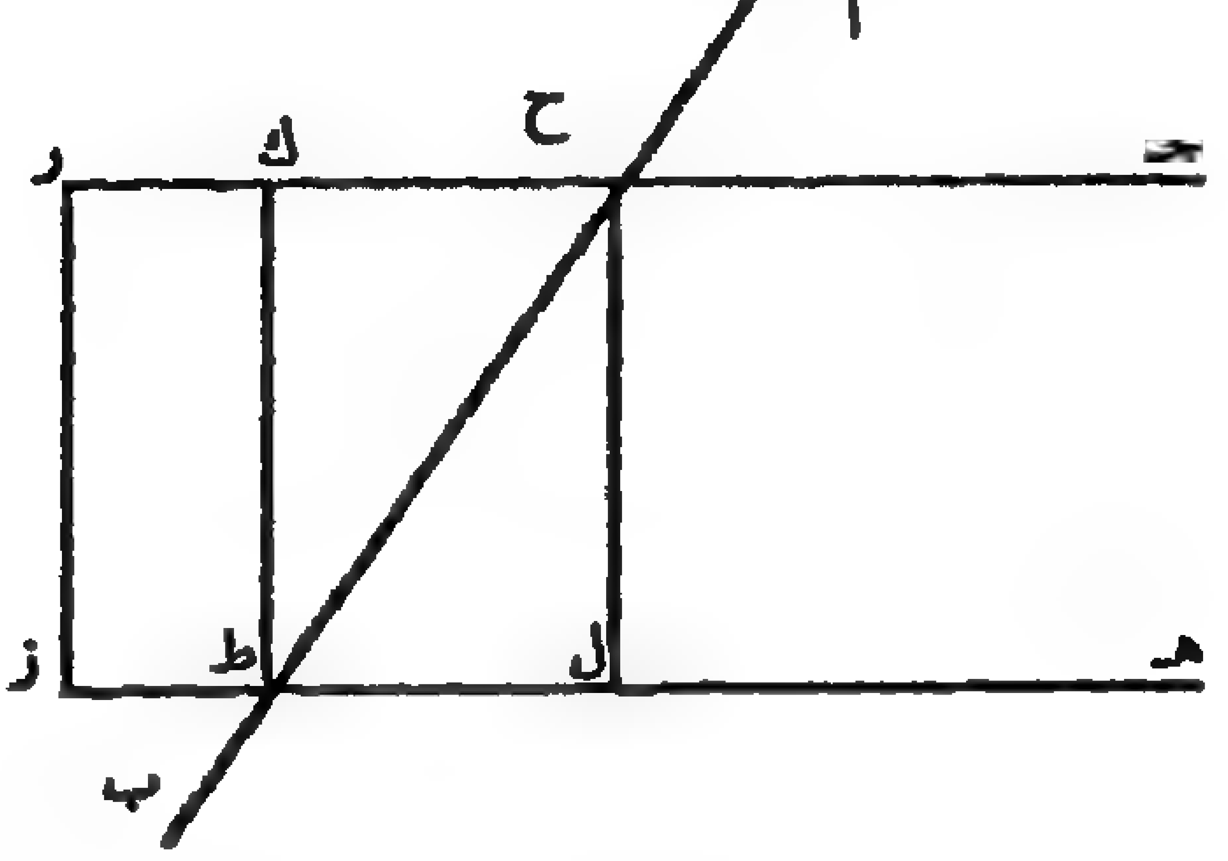
الرابعة: كل ضلعين متقابلين من سطح ذى أربعة أضلاع قائم الزوايا متساويان.



كضلعى أ ب، جـ د من سطح أ ب جـ د القائم الزوايا. وإلا فليكن جـ د أطول؛ ونفصل د هـ مثل أ ب؛ ونصل أ هـ؛ فتكون زاويتا ب أ هـ، د هـ أ قائمتين

لحدوثهما بين عمودى أ ب، هـ د المتساويين القائمين على ب د؛ وقد كانت زاويتا ب أ جـ ، د جـ أ قائمتين؛ فالكل كالجزء؛ والخارجة كالداخلة، وكلاهما خلف، فإذن الحكم ثابت .

الخامسة: كل خط يقع على عمودين قائمين على خط، فإنه يصيّر المتبادلتان متساويتين، والخارجة مساوية لمقابلتها الداخلة، والداخلتين فى جهة معادلتين لقائمتين .



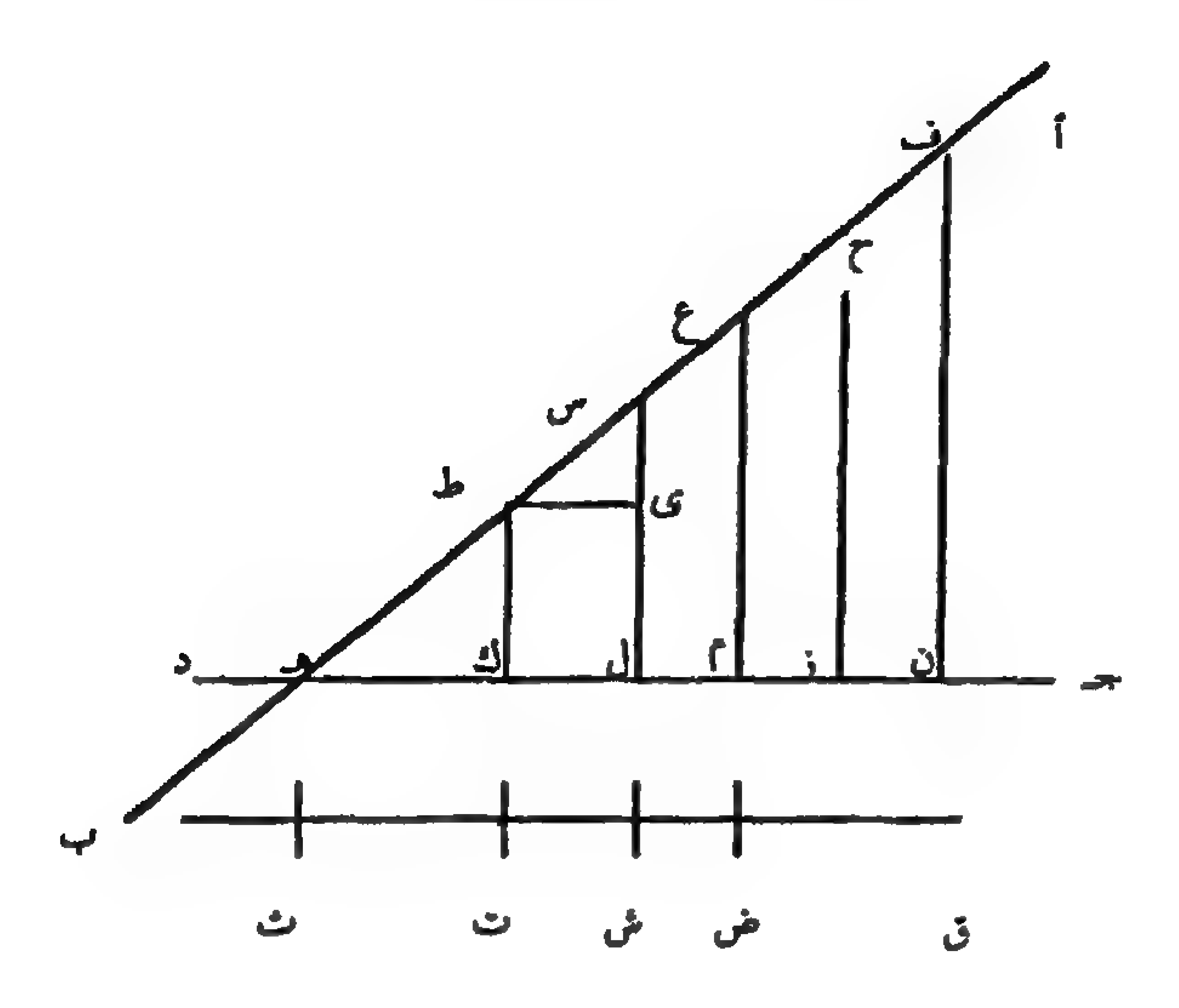
مثلاً وقع أ ب على عمودى جـ د، هـ ز القائمين على د ز وقطعهما على ح، ط .فإن متبادلتى د ح ط، هـ ط ح متساويتان؛ وكذلك خارجة أ ح جـ وداخلة أ ط هـ؛ وإن داخلتى جـ ح ط، هـ ط ح معادلتان لقائمتين. وذلك لأن ط ز إن كان مساويا لـ ح د كانت جميع زواياه المحيطة بنقطتى ح ، ط قوائم؛ وثبت الحكم؛ وإلا فليكن ح د أطول .

ونفصل د ك مثل ز ط، ونصل ط ك؛ ونفصل ط ل أيضًا مثل ح ك، ونصل ح ل؛ فيكون سطح ح ل ط ك قائم الزوايا. ويكون فى مثلثى ح ل ط، ح ط ك ضلعا ح ل، ل ط وزاوية ل مساوية لضلعى ط ك، ك ح وزاوية ك؛ فتكون زاويتا ك ح ط، ح ط ل النظيرتان متساويتين، وهما المتبادلتان .

ولكون زاوية ط ح ك مساوية لزاوية أ ح جـ، تكون زاويتا أ ح جـ ، ح ط هـ متساويتين، وهما الخارجة والداخلة. ولكون زاوية جـ ح ط مع زاوية أ ح جـ معادلة لقائمتين، فهى مع زاوية ح ط هـ أيضًا معادلة لقائمتين، وهما الداخلتان؛ وهو المطلوب إثباته .

وهنالك استبان أن كل خط يقع عمودًا على أحد هذين العمودين، فهو عمود على الآخر .

السادسة: إذا تقاطع خطان غير محدودين على غير قوائم، وقام على أحدهما عمود؛ فإنه إن أخرج قاطع الآخر في جهة الحادة .



فليتقاطع أ ب، جـ د على هـ؛ وليكن زاوية أ هـ جـ التي تلي أ حادة وجارتها التي تلي ب منفرجة؛ وليقم على جـ د عمود ز ح. فإنه إن أخرج، قاطَعَ أ ب في جهة أ. فلنعين على أ هـ نقطة ط، ونخرج عمود ك ط على جـ د؛ فلا يخلو إما أن يقع فيما بين نقطتي هـ، ز أو على نقطة ز منطبقًا على ح ز، أو خارجًا عن هـ ز .

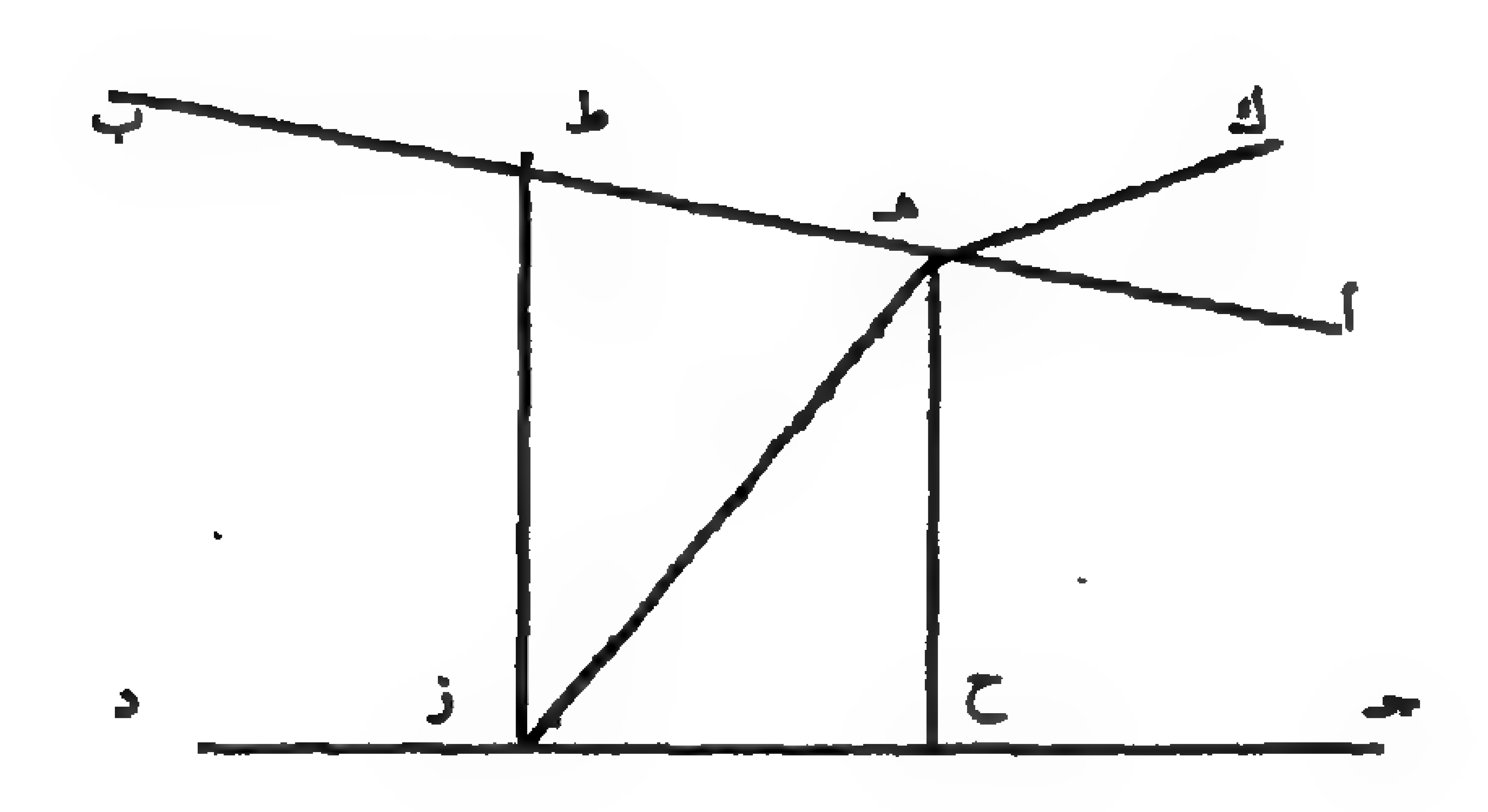
فإن وقع فيما بين ز، هـ، فلنفرض خطًا ونأخذ منه أمثالاً لـ هـ ك على الولاء يزيد جميعها على هـ ز، وهي ق ض، ض ش، ش ت، ت ث؛ ونفصل من هـ أ أمثالاً لـ هـ ط بتلك العدة . وهي هـ ط، ط س، س ع، ع ف. ونخرج من نقط س، ع، ف أعمدة س ل، ع م، ف ن، على جـ د؛ ومن ط عمود ط ى على س ل. فيكون في مثلثي هـ ط ك، ط ى س: زاويتا هـ ط ك، هـ س ى الداخلة والخارجة متساويتين .

وكذلك زاويتا هـ ك ط، ط ى س القائمتان؛ وضلعا هـ ط، ط س؛ فيكون ى ط المساوي لـ ل ك لكونهما متقابلين في سطح ط ى ل ك القائم الزوايا مساويًا لـ هـ ك؛ وبمثل ذلك نبين أن كل واحد من ل م، م ن مساو لـ هـ ك.

فجميع أقسام هـ ن متساوية، ومساوية لأقسام ق ث، وبتلك العدة؛ فـ هـ ن، ق ث متساويان. وق ث أطول من هـ ز؛ فـ هـ ن أطول من هـ ز؛ فعمود ف ن قد وقع خارجًا عما بين نقطتى هـ، ز وصار ح ز داخل مثلث ف ن هـ .

فإذن إذا أخرج عمود ح ز الموازى لعمود ف ن إلى أن يخرج من المثلث، قاطع أ ب لامحالة فى جهة ح؛ وهى التى تلى الحادة. وأما إن وقع عمود ط ك على نقطة ز منطبقًا على عمود ح ز، أو خارجًا عما بين ز، هـ، كان ثبوت الحكم أظهر؛ فإذن الحكم ثابت .

السابعة: كل خطين وقع عليهما خط، وكانت الداخلتان فى جهة أصغر من قائمتين، فإنهما إن أخرجا فى تلك الجهة تلاقيا .



فليكن أ ب، جـ د خطين وقع عليهما خط هـ ز، وكانت أ هـ، جـ ز هـ داخلتين معًا أصغر من قائمتين. فإنهما يتلاقيان فى جهة أ، جـ إن أخرجا؛ وذلك لأنه إما أن تكون إحدى هاتين الزاويتين قائمة أو منفرجة، أو لاتكون كذلك، بل يكونان حادتين. فإن كانت إحداهما قائمة، كانت الأخرى حادة ويلتقيان فى جهة الحادة كما مرّ. وإن كانت إحداهما منفرجة، وليكن هـ زاوية أ هـ ز، فلنخرج من هـ عمود هـ ح على أ ب، ومن ز عمود ز ط أيضًا على أ ب. فيكون لوقوع هـ ز على عمودى هـ ح، ط ز متبادلان ح هـ ز، هـ ز ط متساويتين .

ولما كانت زاويتا أ هـ ز، هـ ز ح أصغر من قائمتين، وكانت زاوية أ هـ ح قائمة، يبقى زاويتا ح هـ ز، هـ ز ح معًا. يعنى زاوية هـ ز ط، هـ ز ح، بل زاوية ط ز ح أقل من قائمة؛ وكانت زاوية أ ط ز قائمة؛ فإذن الخطان يتلاقيان فى جهة أ، جـ .

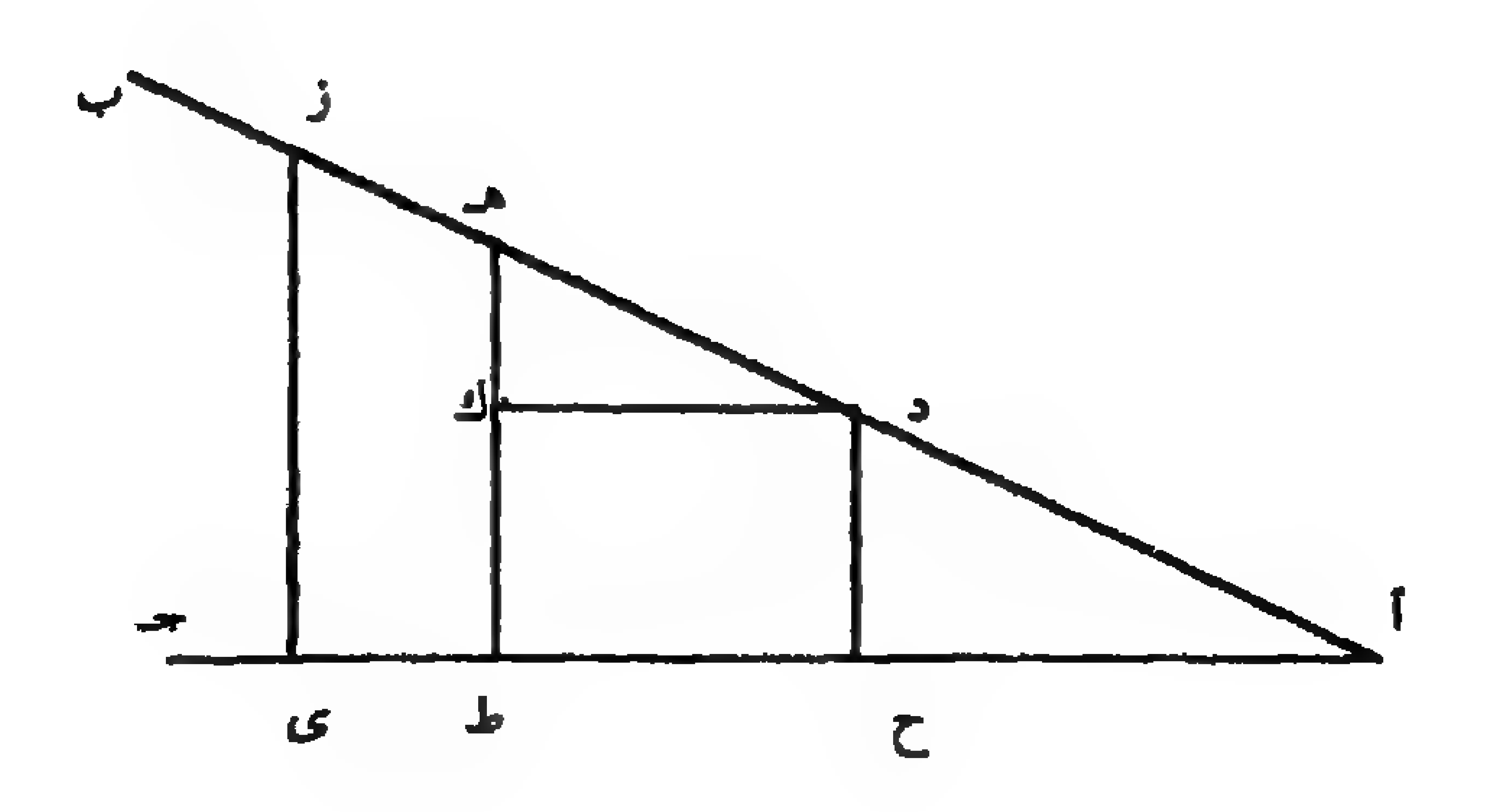
وإن كانتا حادتين: فلنخرج من هـ عمود هـ ح على جـ د، ومن ز عمود ز ط أيضًا على جـ د. وإذا ألقينا زاويتى جـ ز هـ، ز هـ ح معًا. يعنى زاويتى ج ز هـ، هـ ز ط معًا المساويتين لزاوية جـ ز ط القائمة -من زاويتى أ هـ ز، جـ ز هـ، بقيت زاوية أ هـ ح أصغر من قائمة؛ وكانت جـ ح هـ قائمة؛ وإذن هما يتلاقيان فى جهة أ، جـ .

ولهذه القضية الأخيرة وجه آخر:

وهو أن نخرج من هـ عمود هـ ك على خط هـ ز، فتكون زاوية ك هـ ز قائمة، وزاوية هـ ز جـ حادة؛ فيتلاقى خطا هـ ك، ز جـ ويتلاقى هـ أ، ز جـ لامحالة إن أخرج فى جهة جـ .

ولبيان هذه القضية وجه آخر يتم بثمانى قضايا، خمس منها هى هذه التى مرت من الأولى إلى الخامسة، وثلاث هى هذه:

السادسة: كل زاوية حادة فصل من أحد ضلعيها خطوط متساوية على الولاء، وأخرج من تلك المفاصل أعمدة على الضلع الآخر. فالخطوط التى تفصلها مواقع الأعمدة من ذلك الضلع متساوية أيضًا .

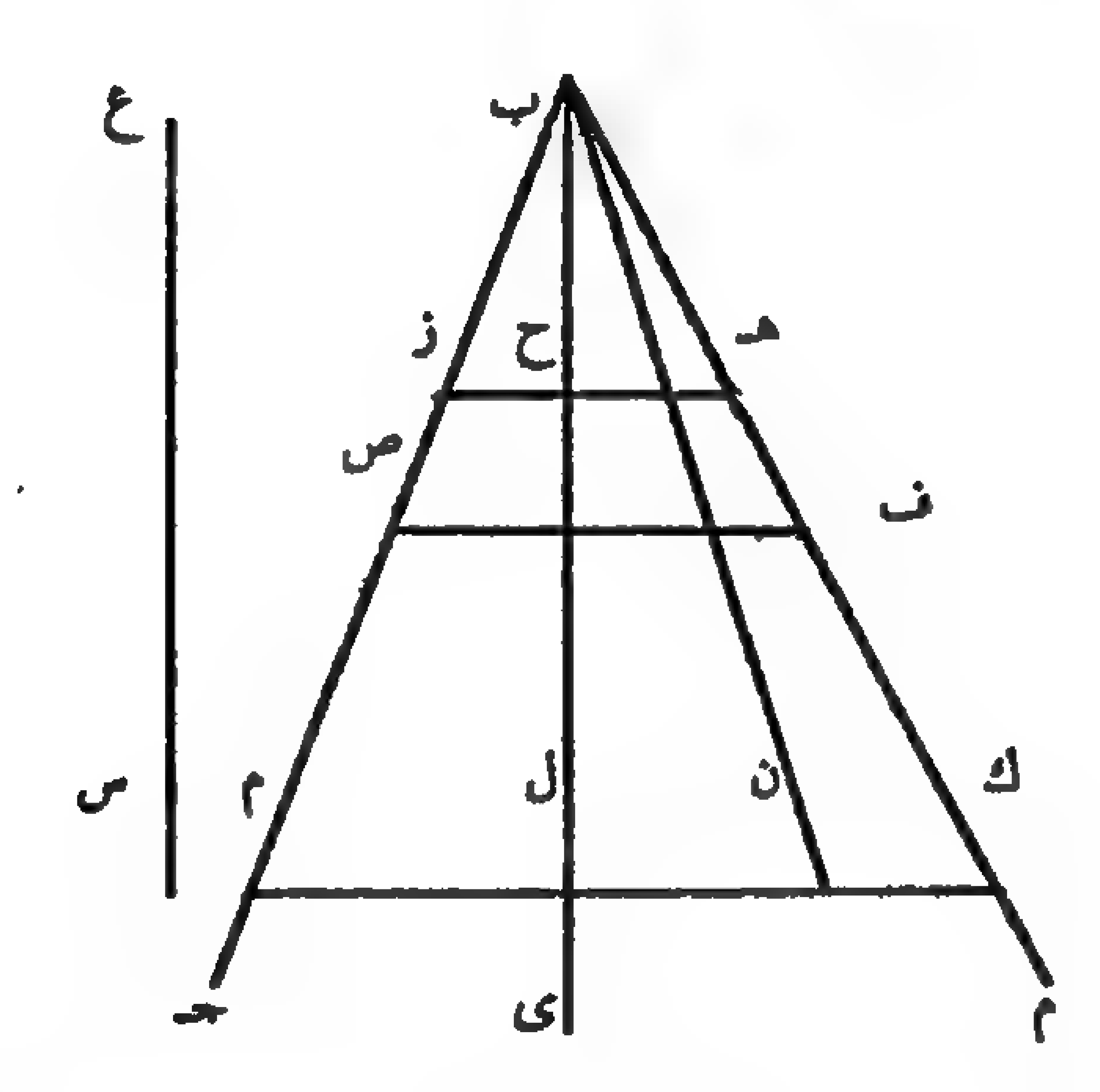


فلتكن الزاوية ب أ جـ ، وقد فصل من أ ب خطوط أ د، د هـ، هـ ز متساوية، وأخرج من د، هـ، ز أعمدة د ح، هـ ط، ز ى على خط أ جـ . فإن خطوط أ ح، ح ط، ط ى المفصولة بها أيضًا متساوية .

فلنعمل على د من خط هـ د زاوية هـ د ك مثل زاوية أ، ونخرجه إلى ك ؛ فيكون فى مثلثى أ ح د، د ك هـ، زاويتا ح أ د، ك د هـ متساويتين .

وكذلك زاويتا أ د ح، د هـ ك الخارجة والداخلة؛ وكذلك ضلعا أ د، د هـ؛ فـ أ ح مساو لـ د ك، وزاوية أ ح د القائمة مساوية لزاوية د ك هـ؛ فيكون سطح د ك ط ح قائم الزوايا؛ ود ك منه يساوى ح ط، يعنى أ ح؛ وبمثل ذلك نبين أن ط ى أيضًا مساو لـ أ ح .

السابعة كل زاوية فرضت نقطة فيما خطيها، فإنه يمكن أن يوصل بينهما بخط مستقيم يمر بتلك النقطة .



فلنفرض نقطة د بين خطى أ ب، ب جـ المحيطين بزاوية أ ب جـ؛ وندير على مركز ب وببعد ب د قوس هـ د ز المارة بنقطة د؛ ونصل وتر هـ ز؛ وننصف زاوية هـ ب ز بخط ب ح إلى حادتين. فيكون فى مثلثى هـ ب ح، ز ب ح ضلعا هـ ب، ب ح وزاوية هـ ب ح مساوية لضلعى ز ب، ب ح وزاوية ز ب ح؛ فتكون زاويتا ب ح هـ ، ب ح ز متساويتين، بل قائمتين .

ونخرج ب ح إلى ى، فيقطع قوس هـ د ز على ط؛ ونأخذ لـ ب ح أضعافًا يزيد مجموعها على ب ط، ولتكن تلك الأضعاف خط ع س؛ ونفصل من ضلع ب أ أمثالاً لـ ب هـ. ويكون عدتها عدة تلك الأضعاف، وهى ب هـ، هـ ك .

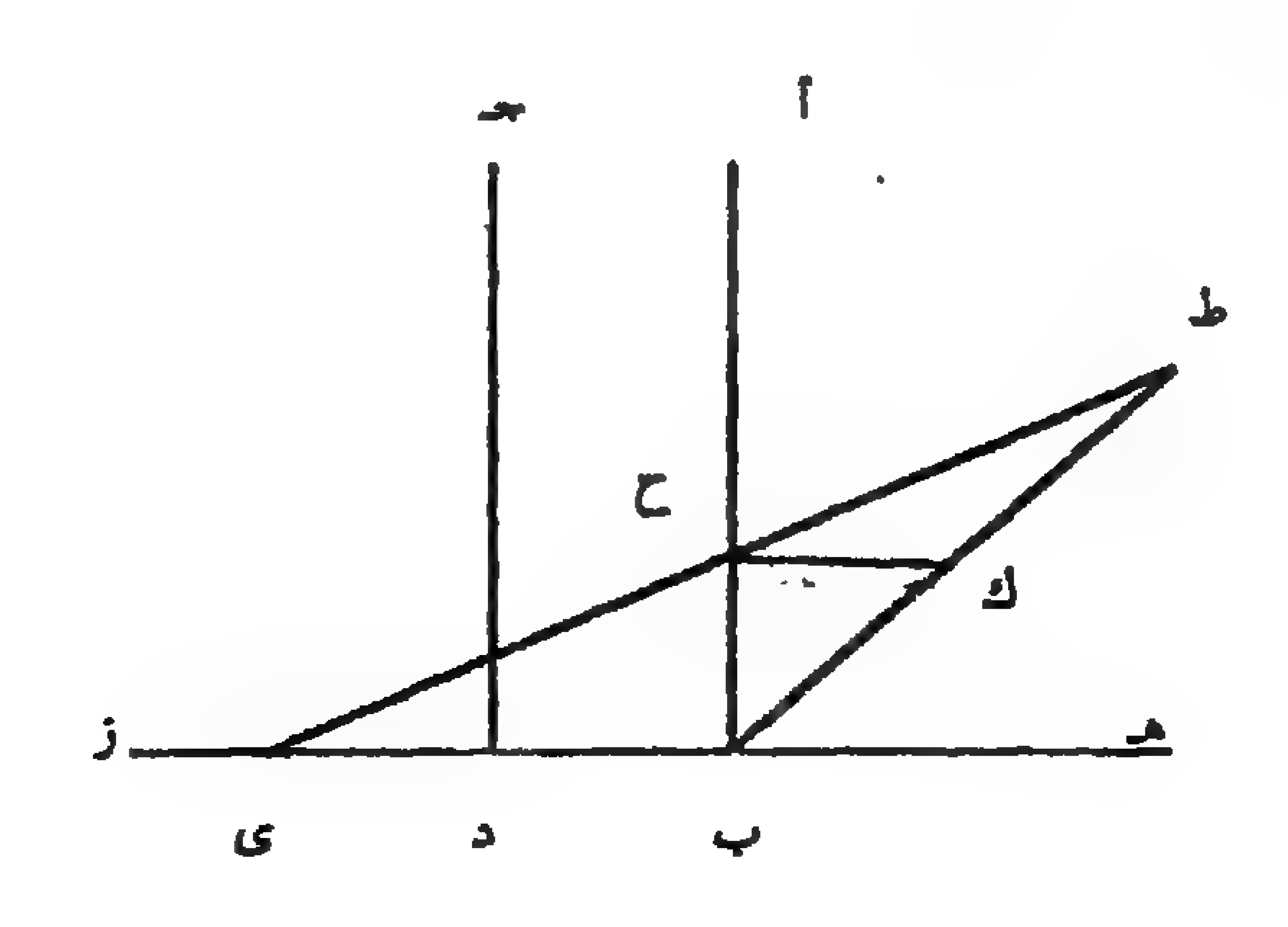
ونخرج من أطراف تلك الخطوط، وهى هـ، ك أعمدة هـ ح، ك ل على ب ى، فينفصل منه ب ح، ح ل متساويين، ويكون مجموعهما المساوى لـ ع س أطول من ب ط، فيكون موقع عمود ك ل على ب ى -وهو نقطة ل- خارجًا عن ب ط .

ونفصل من ب جـ ، ب م مثل ب ك، ونصل م ل؛ فيكون فى مثلثى ب ك ل، ب م ل ضلعا ك ب، ب ل وزاوية ك ب ل مساوية لضلعى م ب، ب ل وزاوية م ب ل. فتتساوى زاويتا ب ل ك، ب ل م؛ وب ل ك قائمة، فـ ب ل م قائمة، وك ل م خط مستقيم .

ونصل د ب، ونخرجه إلى ن، ونعمل على نقطة د من خط ن د زاوية ن د ف مثل زاوية د ن ل؛ فيكون خطا ف د، ك م متوازيين، لتساوى متبادلتيهما .

ونخرج ف د حتى يخرج من مثلث ب ك م على نقطتى ف، ص؛ فيكون خط ف د ص، هو الموصول بين ضلعى أ ب، ب جـ المار بنقطة د .

الثامنة وهى لإثبات القضية:



وليكن الخطان أ ب، جـ د، والواقع عليهما ب د، والداخلتان اللتان هما أصغر من قائمتين، هما أ ب د، جـ د ب. ولنخرج ب د في الجهتين إلى هـ، ز ونفصل من ب أ، ب جـ مثل ب د. فزاوية أ ب د مع زاوية جـ د ب أصغر من قائمتين؛ ومع زاوية أ ب هـ كقائمتين .

يبقى زاوية أ ب هـ أعظم من زاوية جـ د ب؛ فنعمل على ب من ب ح زاوية ح ب ط مثل زاوية جـ د ب؛ ونصل بين خطى ط ب، ب ز المحيطين بزاوية ب خط ط ح ب مارًا بنقطة ح؛ فزاوية ط ح ب الخارجة من مثلث ى ح ب أعظم من زاوية ح ب د. ونعمل على نقطة ح من خط ب ح زاوية ب ح ك مثل زاوية أ ب د، ونخرج ح ك إلى أن يقطع ب ط فى ك .

وإذا تقدم ذلك، فإن خطا أ ب، جـ د يتلاقيان؛ لأنا لو توهمنا تطبيق ب د على ب جـ المساوى له، انطبق د جـ على ب ك لتساوى زاويتى ح ب ك، ب د جـ، وب أ على ح ك لتساوى زاويتى ب ح ك، د ب أ؛ فيتلاقيان ضرورةً على نقطة ك. وهو المطلوب إثباته .

وهكذا يتبين لنا مقدرة الطوسى الفائقة فى مجال الرياضيات، إذ استطاع أن يبرهن على أن "مجموع زوايا أى مثلث مساوية لزاويتين قائمتين" . وبذلك استبعد أن يكون مجموع زوايا المثلث أكبر من قائمتين أو أصغر من قائمتين. وبهذا يكون الطوسى قد وضع لنا ما يكافىء مصادرة إقليدس الخامسة. وهو لايعد من هذه الناحية متفوقًا على معاصريه فحسب، بل على علماء الهندسة اللاحقين عليه أيضًا.

فقد نبّه الطوسى الأذهان إلى إمكان استخدام المنطق، وبالذات برهان الخلف فى المصادرة الخامسة. وبالفعل فإن الهندسات الحديثة قامت أساسًا، من خلال دحض هندسة إقليدس بهذه الطريقة من البرهان -كما سوف نشير- ولهذا نرى أن البداية واحدة عند الطوسى والرياضيات الحديثة، من حيث استخدام برهان الخلف إلاّ أن النتائج سوف تختلف. وذلك لأن الطوسى قد أراد توضيح المصادرة، أما الفكر الحديث فسوف يقيم الهندسات اللاإقليدية، كما سوف نشير[1]. وبهذا

---

(١) عيسى عبد الله : الفكر الرياضى الإسلامى، ص: ٢٦٨، ٢٦٩ .

يؤثر العرب من خلال استخدام المنطق فى الهندسة فى الفكر الرياضى الحديث .

وتأكيدًا على أهمية الطوسى فى هذا المجال، يذكر محمد إقبال: "وفى ميدان الرياضة ينبغى أن نذكر أنه منذ أيام بطلميوس (٨٧-١٦٥م) إلى أيام نصير الدين الطوسى (١٢٠١-١٢٧٤م)، لم يفكر أحد تفكيرًا جديًا فى صعوبة البرهنة على صحة بديهية إقليدس عن الخطين المتوازيين، على أساس الفراغ المدرك. وكان الطوسى أول من أزعج هذا السكون الذى خيم على عالم الرياضيات ألف سنة.وفى محاولته لإصلاح نظرية إقليدس أدرك ضرورة العدول عن الفراغ المدرك، وبهذا وضع أساسًا وإن كان ضعيفًا لنظرية الحيز الزائد أو الفراغ الفوقى[1] المأخوذ بها فى عصرنا هذا"[2]؛ والتى لها دور عظيم فى دراسة الفضاء الطبيعى وتفسيرات النظرية النسبية .

وهكذا، نرى كيف بلغ التطور الرياضى فى الإسلام ذروته على يد الطوسى، الذى أوصل هذا العلم إلى درجة لم يبلغها الغرب أو يتجاوزها إلا بعد مرور مئات السنين[3]. وهذا ما جعل سارتون يقول عن الطوسى: إنه "من أعظم علماء الإسلام، ومن أكبر رياضييهم"[4]. كما جعل الشيخ عبد نعمه يقول عنه، إنه "من أعظم العلماء العالميين إطلاقًا، الذين نبغوا فى الجبر والحساب والهندسة والمثلثات، وغيرها من العلوم الرياضية"[5] .

(٥) محيى الدين المغربى (ت ٦٨٠أو ٦٩٠هـ=١٢٨١أو١٢٩١م):

يقدم محيى الدين المغربى برهانًا على المصادرة الخامسة، وذلك فى كتابه "تحرير أصول إقليدس". وينطلق فى برهانه من المصادرة الخامسة التى تنص على

(١) نظرية الحيز الزائد فى الهندسة، هى الهندسة التى تضيف إحداثيًا رابعًا، وهو الزمان إلى الإحداثيات أو الأبعاد الثلاثة المأخوذة بها فى هندسة إقليدس .

(٢) محمد إقبال: تجديد التفكير الدينى فى الإسلام، ترجمة: عباس محمود، راجعه: عبد العزيز المراغى بك، د.مهدى علام. مطبعة لجنة التأليف والترجمة والنشر، القاهرة، ١٩٥٥م، ص: ١٥٣ .

(٣) انظر: زيغريد هونكة: شمس العرب تسطع على الغرب، ترجمة: فاروق بيضون، وكمال دسوقى، مراجعة: فاروق عيسى الخورى، دار الآفاق الجديدة، الطبعة الثانية، بيروت، ١٩٨٦، ص: ١٦١ .

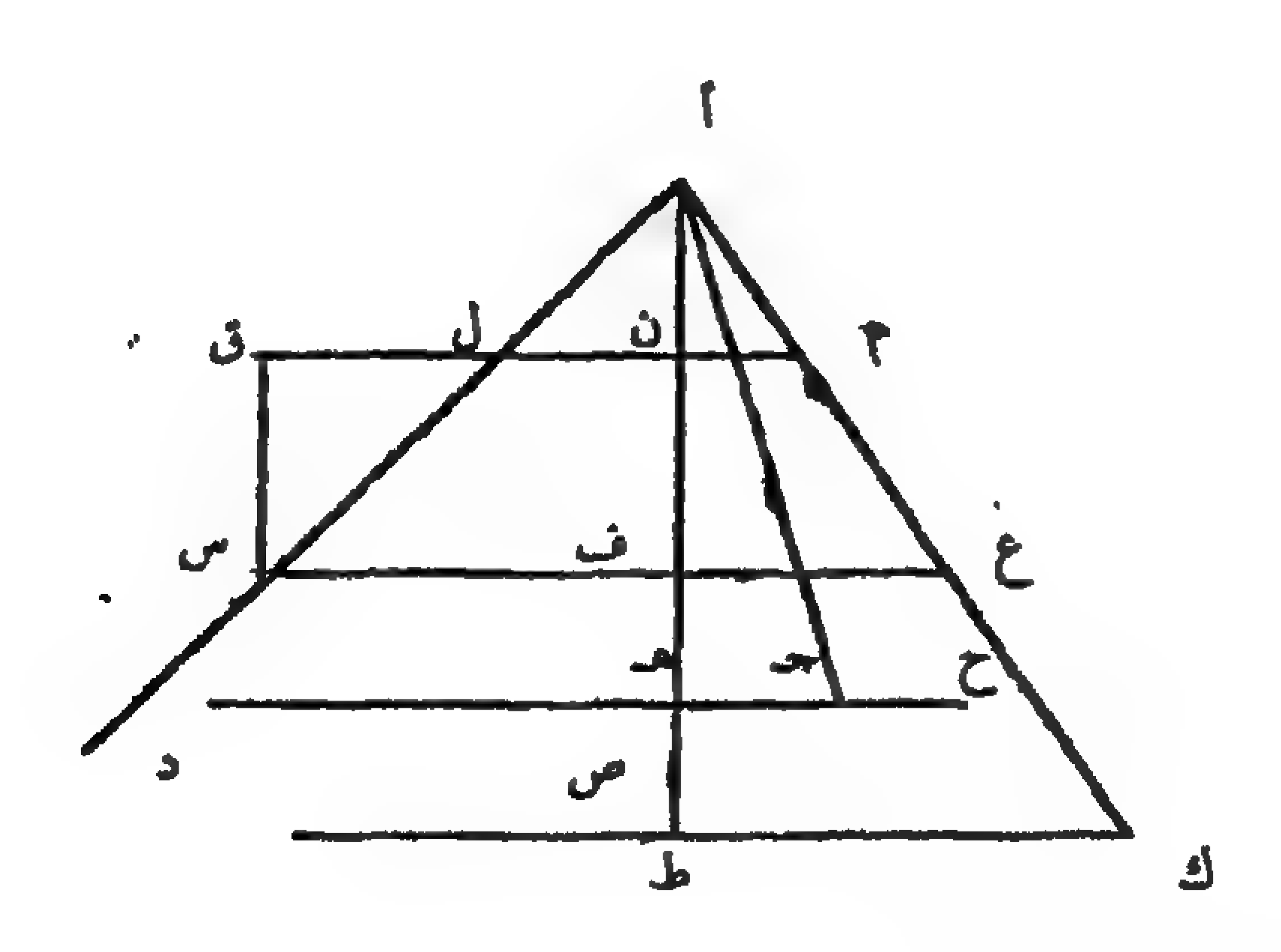
(٤) Sarton, G,: Introduction to the History of Science, Baltimore, 1962,P.1008.

(٥) الشيخ عبد نعمة: فلاسفة الشيعة، ص: ٩٣، ٩٤ .

أنه: إذا وقع خط على خطين مستقيمين فتصير الزاويتان اللتان فى إحدى الجهتين أصغر من قائمتين، فإنهما إذا أُخرجا فى تلك الجهة إلى غير نهاية التقيا" . فليكن خطا أ ب، جـ د وقع عليهما خط أ جـ فتصير زاويتا ب أ جـ، د جـ أ أقل من قائمتين. فإنهما إذا أُخرجا بغير نهاية التقيا[1].

ويبرهن محيى الدين على ذلك، فيرى أنه إن كانت إحدى الزاويتين قائمة، فسوف يتمم البرهان كما سيأتى.وإن لم تكن قائمة يخرج د جـ بغير نهاية ويسقط عليه عمود أ هـ ويخرجه من جهة ط . ويعمل على نقطة أ من خط أ هـ زاوية ك أ هـ كزاوية ب أ هـ. ويخرج خطى أ ب، أ ك فى جهتى ب، ك بغير نهاية، ويعلّم على أ ب نقطة ل، ويفصل أ م مثل أ ل، ويصل م، ل[2] .

ولأن زاويتى ك أ هـ، ب أ هـ حادتان، فخط م ل يقطع أ ط على ن. فمن أجل أن ضلعى أ ل، أ م متساويان، وضلع أ ن مشترك، وزاويتى أ متساويتان، تكون زاويتان من مثلثى أ ن ل، أ ن م قائمتين. فإن كانت نقطة ن فيما بين نقطتى هـ، ط تممنا العمل. وإلا فصلنا خطى م ع، ل س مثل أ م، ل ل ووصلنا س ع، فهو يقطع أ ط على ف. ونبين كما بينا أن زاويتى ف من مثلثى أ ف ع، أ ف س قائمتان[3] .



(١) محيى الدين المغربى: نص برهان المصادرة الخامسة من تحرير أصول إقليدس، تحقيق: د.خليل جاويش (ضمن كتاب نظرية المتوازيات فى الهندسة الإسلامية)، ص: ٢٤٧ .

(٢) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

(٣) المصدر السابق، ص: ٢٤٧، ٢٤٨ .

فإن وقعت نقطة ف فيما بين نقطتى هـ، ط كفانا ذلك؛ وإلا فنخرج خط ن ل بغير نهاية، ونخرج عليه من نقطة س عمود س ق. فمن أجل أن زاوية أ ن ل قائمة، وزاوية ل ق س قائمة، وزاويتى أ ل ن، س ل ق متساويتان، وخطى أ ل، ل س متساويان، يكون خطا أ ن، ق س متساويين[1] .

وأيضًا فلأن زاوية ق ن ف قائمة، وزاوية ن ف س أيضًا قائمة، وزاوية ق قائمة، فسطح ف ق متوازى الأضلاع. فخطا ق س، ن ف متساويان، فخطا أ ن، ن ف متساويان[2] .

ولايزال يعمل محيى الدين بمثل هذا العمل، فيفصل من أ ط أمثالاً لخط أ ن حتى ينتهى إلى أمثال له هى أعظم من أ هـ، وليكن أ ص. وليكن خط ك ص ب هو الخط الذى فصل من أ ط أمثالاً أعظم من أ هـ. فزوايا ص قائمة كما بين فى زاوية أ ن ل، وزوايا هـ قائمة أيضًا . فخط هـ د لايلقى ص ب ولايلقى أ هـ، فهو يلقى أ ب ضرورة[3] .

وقد اتضح مما تقدم أن كل خطين فى بسيط مستومهما متلاقيان أو متوازيان، لأنه إذا وقع عليهما خط مستقيم فإنه إن صارت الزاويتان اللتان فى إحدى الجهتين أصغر من قائمتين تلاقيا، وإن صيرهما كقائمتين فالخطان متوازيان. وبذلك فقد زال الشك عن هذه المصادرة[4] .

وأخيرًا أود الإشارة أيضًا إلى محاولة قطب الدين الشيرازى (ت ٧١٠هـ=١٣١١م)[5] للبرهنة على المصادرة الخامسة، وذلك فى القسم الهندسى

---

(١) المصدر السابق، ص: ٢٤٨ .

(٢) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

(٣) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

(٤) المصدر السابق، الصفحة نفسها .

(٥) وهو قطب الدين محمود بن مسعود بن مصلح الشيرازى، ولد فى صفر سنة ٦٣٤هـ=١٢٣٦م بشيراز. وينحدر من عائلة متميزة، درس الطب والعلوم الكلامية على يد أبيه وأعمامه، كما كان له ذوق أدبى، وقريحة شاعرية. وقد درس قطب الدين الفلسفة والعلوم على يد الطوسى، وأصبح واحدًا من ألمع ـ

من مؤلفه الموسوعى "درة التاج لغرّة الديباج". ولكننا لم نتمكن حتى الآن من الحصول على نسخة أو أكثر من هذا المؤلف، وإن كان كل من روزنفيلد ويوشكفيتش يعتقدان أن الشيرازى كغيره من العلماء قد ارتكب خطأ المصادرة على قول أو المطلوب، كما يعتقدان أنه فى عرضه لعدد معين من الموضوعات، وخاصة بصياغته للمصادرات أقرب إلى تحرير الطوسى المزعوم[1] .

وهكذا حاولنا فى الفصول السابقة تبيان المحاولات التى بُذلت فى العالم الإسلامى، لإزالة الغموض الذى خيم حول المصادرة الإقليدية. فهل كان لهذه المحاولات أثر فى تنبيه العقلية الأوربية وإيقاظها من سباتها العلمى؟ وهل تأثر الأوروبيون فعلاً بهذه المحاولات؟ وإلى أى حد كان هذا التأثير إذعاناً لظهور الهندسات غير الإقليدية فى العالم الغربى .

= تلاميذه؛ وكان يسميه (قطب فلك الموجود) ولقد عين قطب الدين قاضيًا فى إحدى مدن فارس ؛ ثم رحل فى خدمة ملوكها. وقد مكث بعض الوقت فى مصر، ورجع أخيرًا إلى تبريز حيث كانت وفاته فيها فى سادس عشر رمضان سنة ٧١٠هـ=١٣١١م. ومن مؤلفاته: نهاية الإدراك فى دراية الأملاك، التحفة الشاهية فى علم الهيئة، الاختبارات المظفرية، درة التاج، وغيرها كثير شملت مختلف نواحى المعرفة. (انظر: ابن تغرى بردى: النجوم الزاهرة فى ملوك مصر والقاهرة، والمؤسسة المصرية العامة للتأليف والترجمة والطباعة والنشر، والقاهرة، بدون تاريخ، جـ٩، ص: ٢١٣. طوقان: تراث العرب العلمى، ص: ٤٢٥-٤٢٧. كحالة: معجم المؤلفين، جـ١٢، ص: ٢٠٢، ٢٠٣. ابن رافع السلامى: تاريخ علماء بغداد، تحقيق: عباس العزاوى، مطبعة الأهالى، بغداد، ١٩٣٨م، ص: ٢١٩-٢٢٧. ألدومييلى: العلم عند العرب، ص: ٢٩٨-٣٠٤. السيوطى: بغية الوعاة فى طبقات اللغويين والنحاة، مطبعة السعادة، الطبعة الأولى، القاهرة، ١٢٣٦هـ، ص: ٣٨٩-٣٩٠.ابن حجر العسقلانى: الدرر الكامنة فى أعيان المائة الثامنة، مطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانية، الطبعة، الأولى حيدر آباد الدكن، ١٣٤٩هـ، جـ ٤، ص: ٣٣٩، ٣٤٠. عباس العزاوى: تاريخ علم الفلك، ١٣٠-١٣٢. د.رضا زادة شفق: تاريخ الأدب الفارسى، ص : ١٩٩) .

(١) روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٦٠٠ .

الفصل السابع

العرب وأثرهم في المحاولات الأوروبية بصدد المصادرة الخامسة

ترددت على صفحات هذا الكتاب أصداء الهندسة الإقليدية، لاسيما المصادرة الخامسة. كما تبين لنا أن التراث الرياضى الإسلامى قد تأثر كثيرًا فى معناه ومبناه بكتاب "الأصول" لإقليدس، الذى قام بدور ثقافى وعلمى مهم فى فترة زمنية تجاوزت ألفى سنة من التاريخ الإنسانى .

فقد طبع إقليدس -إذن- الفكر الرياضى بطابعه، وكانت هندسته محور كل الدراسات الهندسية التى أتت بعده، سلبًا وإيجابًا. أما بالنسبة للفكر الرياضى اليونانى بعده، فلم يطرأ عليه أى تغيير. وكانت أولى المحاولات للخروج عن هذه الهندسة، جاءت من الفكر الرياضى الإسلامى[1] -كما بينا فيما يتعلق بنظرية التوازى- وقد عُرفت هذه المحاولات الإسلامية فى الغرب الأوروبى .

ففى أثناء مراجعته كتاب "المناظر" لابن الهيثم، قام العالم البولونى ويتلو (Witelo) فى القرن الثالث عشر الميلادى بالمحاولة الأوروبية الأولى لبرهنة مصادرة التوازى. وهذه المحاولة -كما يقول كل من روزنفيلد ويوشكفيتش- مستوحاة من دون شك من مصادر عربية. وفى القرن الرابع عشر، أعطى العالمان اليهوديان، ليفى بن جرسون (Levi ben Gerson)، الذى عاش فى جنوب فرنسا، وألفونسو الأسبانى؛ براهين تصب مباشرة فى سياق براهين ابن الهيثم[2] .

وفى القرن السابع عشر الميلادى، أتى العالم الرياضى الإيطالى بوريلى (Borelli، ١٦٠٨-١٦٧٩م) بطريقة لرسم الخطوط المتوازية هى طريقة ابن الهيثم بعينها وبألفاظها. ومن الواضح التطابق نصين بألفاظهما -ولو اقتصر هذان النصان على بضعة أسطر- بعد مرور أكثر من أربعة قرون على الأول، هو أمر يقرب من المستحيل إذا أردنا تفسيره بالصدف وحدها[3] .

وقد عُرفت بحوث الطوسى حول نظرية التوازى فى أوروبا خلال القرن

---

(١) د.عيسى عبد الله: الفكر الرياضى الإسلامى، ص: ١٠١، ١٠٢ .

(٢) روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٦٠١ .

(٣) حاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٨ .

السابع عشر الميلادى، وبخاصة من قبل العالم الرياضى البريطانى واليس (Wallis)، الذى عاش فيما بين ١٦١٦-١٧٠٣م. فقد ضمن واليس مؤلفه حول المصادرة الخامسة -الذى نشره ضمن مجموعة مؤلفاته فى مدينة أكسفورد سنة ١٦٩٣- النص الكامل لبرهان الطوسى كما جاء فى طبعة روما لتحرير أصول إقليدس[1]، والتى صدرت سنة ١٩٥٤م بعد ان ترجمه إلى اللغة اللاتينية بوكوك (Pocock) أستاذ اللغة العربية فى جامعة أكسفورد[2]. وقد اعترف واليس فى دراسته بأن الطوسى عالم رياضى له فضل كبير فى بدء الهندسة الفوقية أو غير الإقليدية[3]، وظهور فجر الرياضيات الحديثة .

والواقع أن بحوث واليس قد نشطت دراسات العالم الرياضى الإيطالى جيرولاموساكيرى (Gerolamo Saccheri، ١٦٦٧-١٧٣٣م) حيث نشر فى ميلانو سنة ١٧٣٣م بحثًا بعنوان: "إقليدس مطهّر من الشوائب "Eculides abomni naevo vindicatus"؛ وقد تضمن هذا البحث نظرية الطوسى فى التوازى كما جاءت فى كتاب واليس[4] .

والحق أن برهان الطوسى لم يكن مجرد محاولة من المحاولات الكثيرة التى توالت عبر القرون، وإنما ينبغى أن نعرف له أهمية تاريخية خاصة. ذلك أن هذا البرهان مهد الطريق لبحوث ساكيرى -كما ذكرنا- وليست هذه أول مرة ينبه فيها إلى وجود صلة بين بحوث الطوسى وبحوث ساكيرى. فإن اطلاع ساكيرى على محاولة الطوسى حقيقة عرفها مؤرخو الرياضيات من أقوال ساكيرى نفسه[5].

يقول هوردايفز فى كتابه "تاريخ الرياضيات": "إن جيرولاساكيرى الإيطالى

---

(١) ومن المتفق عليه الآن أن هذا التحرير ليس من تصنيف الطوسى ، كما أشرنا سابقًا .

(٢) انظر: حاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٨. روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٦٠٠. رنيه تاتون: تاريخ العلوم العام، المجلد الأول، ص: ٤٨١. ألدومييلى: العلوم عند العرب، ص:٢٠٣.

(٣) فيليب فرانك: فلسفة العلم، ترجمة: د.على ناصف، المؤسسة العربية للدراسات والنشر، الطبعة الأولى، بيروت، ١٩٨٣م، ص: ٩وما بعدها .

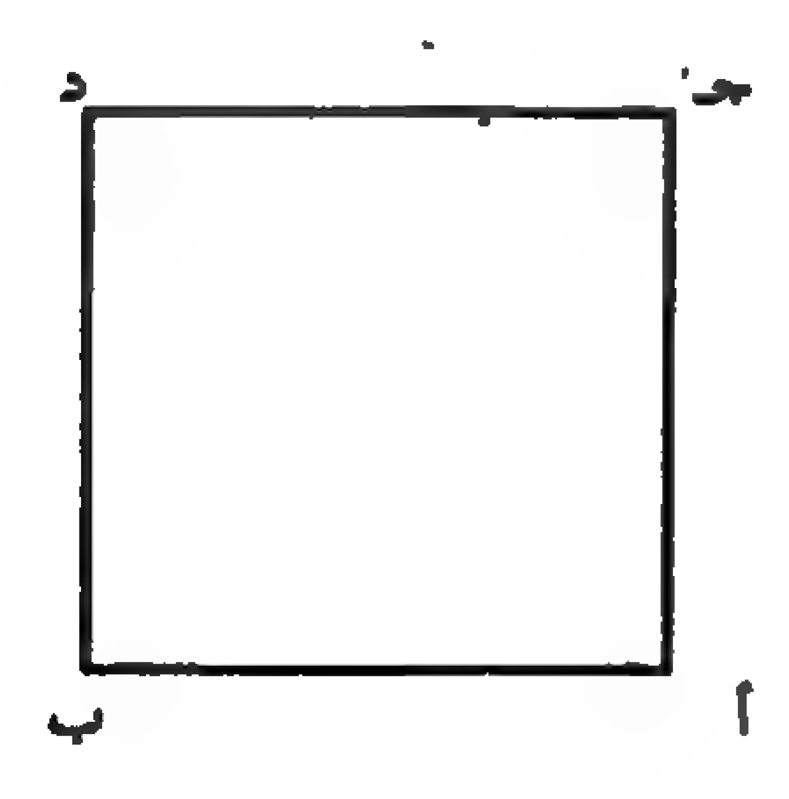
(٤) حاويش: نظرية المتوازيات، ص: ١٨ .

(٥) عبد الحميد صبره: برهان الطوسى، ص: ١٣٩ .

-الذى عاش فيما بين عامى ١٦٦٧، ١٧٣٣م- كان أستاذًا فى الفلسفة والرياضيات فى جامعات بافيا فى إيطاليا، والمسمى بأبى الهندسة اللاإقليدية أو الهندسة الفوقية. ومما لايقبل الشك أنه اعتمد اعتمادًا كليًا على عمل نصير الدين فى هذا الميدان"[١]. كما يقول كراوثر فى كتابه "قصة العلم": "إن النقد التحليلى الذى قام به نصير الدين الطوسى لهندسة إقليدس، كان هو نقطة البداية الحقيقية لأول محاولة لبناء هندسة لاإقليدية عام ١٧٣٣م على يد ساكيرى"[٢] .

وبصدد المصادرة الخامسة أراد ساكيرى أن يثبت صحة المصادرة بطريقة الخلف، أى باعتبارها خاطئة. ومن ثم التوصل إلى تناقض يثبت أنها صحيحة[٣]. ولذلك فقد قبل الثمانى والعشرين نظرية الأولى من إقليدس التى تبرهن دون حاجة إلى المصادرة الخامسة، ثم بعد ذلك امتحن النتائج التى تنتج عن القول ببطلان تلك المصادرة[٤]. فأنشأ شكلاً رباعيًا يشار إليه عادة باسم رباعى ساكيرى، وربما كان أولى أن يسمى رباعى الطوسى لأنه رسم من قبله هذا الشكل فى مثل محاولته. أو بالأحرى رباعى الخيام، لأنه سبقهما إلى هذه المحاولة وهذا الشكل[٥]؛ كما سبق أن أشرنا .

وفى رباعى ساكيرى أ ب خط مستقيم، وأ جـ، ب د عمودان عليه متساويان فى الطول. ونصل جـ د، ونثبت أن الزاوية جـ مساوية للزاوية د. فإذن



---

(١) الدفاع: العلوم البحتة، ص: ٢٤٠، ٢٤١ .

(٢) كراوثر: قصة العلم، ص: ٥٩ .

(٣) سعيدان: مقدمة لتاريخ الفكر العلمى، ص: ٧٦ .

(٤) ثابت الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ٥٤، ٥٥ .

(٥) سعيدان: مقدمة لتاريخ الفكر العلمى، ص: ٧٧ .

الزاوية جـ، والزاوية د قائمتان أو منفرجتان أو حادتان[1] .وتلك الفـروض الثلاثـة تقابل القول بأن مجموع زوايا المثلث يساوى قائمتين، أو أقل من قائمتين، أو أكثر من قائمتين على الترتيب[2] .

وهنا يختلف منهج ساكيرى عن سابقيه، فهو كالخيام والطوسى واثقًا بصحة فرضية القيام لإقليدس، وكـان مثلهمـا يبحـث عـن تنـاقض ينجـم عـن الفرضيتـين الأخريين. لكنه مضى فى تتبع النتـائج، فسـبق بذلـك لوباتشفسـكى وريمـان مـن حيث لايعلم. وقد كان من جملة ما استنتج، النظريات التالية:

(١) إذا صحت أى من الفروض الثلاثة فى حالة واحدة، فهى صحيحة دائمًا .

(٢) إذا ثبتت فرضية الزاوية القائمة أو المنفرجة أو الحادة، فإن مجموع زوايا المثلث هو على التوالى قائمتان أو أكثر أو أقل .

(٣) إذا وجد مثلث بمجموع مثلث زواياه قائمتان أو أكـثر أو أقـل، تكـون فرضيـة الزاوية القائمة أو المنفرجة أو الحادة، على التوالى صحيحة دائمًا[3] .

ويجمل القول فيما قدمه ساكيرى من وجهة النظر الحديثـة، هـو فـى متابعتـه لفرضيتى الزاوية المنفرجة والزاوية الحـادة . وهـذا هـو الشـىء الجديد علـى الفكـر الهندسى، إلا أنه لم يستغل إلا من بعد قـرن مـن الزمـان علـى أيـدى مجموعـة مـن علماء الرياضيات الغربيين[4] .فتكونت مجموعة من الهندسات الجديدة التى سيطلق عليها الهندسات غير الإقليدية Non-Euclidiean Geometries .

ثم جاء الألمـانى يوهـان هينـريش لامـبرت (Johan Heinrich Lambert، ١٧٢٨-١٧٧٧م)، ودون أن يعرف شيئًا عـن أعمـال سـاكيرى استخدم شـكلاً رباعيًا مختلفًا نوعًا ما، به أربع زوايا ثلاث منها قائمة والرابعة إما أن تكـون حـادة أو قائمة أو منفرجة. أما الحادة فقد حار فيها لامبرت كما حار من قبله ساكيرى،

---

(١) سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٧٧ .

(٢) ثابت الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ٥٥ .

(٣) سعيدان: هندسة إقليدس، ص: ٧٧، ٧٨ .

(٤) المرجع السابق، ص: ٧٨ .

وبين أن فرضية الزاوية القائمة تكافىء مصادرة إقليدس، ودحض -مثلما فعل ساكيرى -فرضية الزاوية المنفرجة. ولكن لامبرت زاد فبين أنها لا يمكن أن تتحقق إلا على كرة، إذا ما قامت الخطوط المنحنية لدائرة كبيرة بدور الخطوط المستقيمة. فكان لامبرت بهذا المبشر الأول بالهندسة اللاإقليدية[1] .

وهنا أود الإشارة إلى رأى كل من روزنفيلد ويوشكفيتش اللذين درسا نظرية التوازى، حيث قالا: "ومما لاشك فيه أن التطابق فى طرح الفرضيات -المتعلقة بزوايا المربع أو الشكل الرباعى التى طرحها عمر الخيام، والطوسى من جهة، وكما طرحها ساكيرى ولامبرت من جهة أخرى؛ هو تطابق له دلالته كما أن له أهميته البالغة"[2] .

هكذا اجتمعت لدينا رؤيتان رياضيتان، تم طرحهما ضمن إطار الهندسة الإسلامية، ليستعان بهما على حل إشكالية المصادرة الخامسة الإقليدية. وإذا أضفنا إلى ذلك أن كل من ساكيرى ولامبرت كانا قد استخدما أيضًا هاتين الرؤتين فى موقفهما من هندسة إقليدس، تصبح الصدف كثيرة ويصبح من المستحيل أن يكون كل منهما قد استنبط ذلك ، من دون معرفة بالمحاولات الرياضية الواردة قبل أربعة قرون تقريبًا فى العالم الإسلامى. ولذلك نعتقد أن كل من ساكيرى ولامبرت، قد اطلعا على أعمال الخيام والطوسى واستفادا بها دون الإشارة إليهما .

وفى عام ١٨٠٠م تقدم العالم الرياضى الفرنسى لوجرانج ببحث إلى الأكاديمية الفرنسية فيما توهمه برهانًا للمصادرة الخامسة، حتى إذا هم بإلقائه اعتذر بأنه لابد أن يعيد النظر فيه[3]. وفى عام ١٨١٦م اكتشف العالم الرياضى الألمانى كارل فريديش جوس (Carl Friedrich Gauss) نسقًا هندسيًا متسقًا، استخدم فيه مصادرة أخرى غير متسقة مع مصادرة التوازى. ولم يُعرف هذا الأمر من منشوراته، وإنما من خطاب كتبه لصديق -كما يشير إلى ذلك كارناب- وفى

---

(١) د.يمنى طريف الخولى: العلم والاغتراب والحرية، الهيئة المصرية العامة للكتاب، القاهرة، ١٩٨٧م، ص: ٣٦١ .

(٢) روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٦٠١ .

(٣) ثابت الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ٥٦ .

هذا الخطاب يتحدث عن دراسة مثل هذا النسق، وإنه قد استنتج بعض النظريات الهامة منه. ولقد أشار إلى أنه لم يقم بنشر تلك النتائج خوفًا من الاحتجاج العنيف الذى يحتمل أن يلقاه من الهلبيلين Hilbillies. فقد توقع أنهم سوف ينعتونه بالجنون، لأنه تحدث بجدية عن هندسة أخرى غير إقليدية[1].

وبعد حوالى عشرين عامًا من وفاة كانط (ت ١٨٠٤م) اكتشف رياضى مجرى شاب هو يوهان بولياى (Johann Bilyai، ١٨٠٢-١٨٦٠م)، أن مصادرة التوازى ليست عنصرًا ضروريًا. فشيد هندسة تخلى فيها عنها، وأحل محلها مصادرة جديدة؛ وهى تنص على أن هناك أكثر من مواز واحد لمستقيم معين من نقطة معينة[2].

ومن أهم المحاولات الأوروبية التى بُذلت بصدد المصادرة الخامسة، توجد لدينا محاولتان متعارضتان؛ الأولى للعالم الرياضى الروسى نيقولاى لوباتشفسكى (Nikolai Lobachxvski، ١٧٩٣-١٨٥٠م)، والثانية للعالم الرياضى الألمانى جورج فريدرش ريمان (George Friedrich Riemann، ١٨٢٦-١٨٦٦م) .

فقد نشر لوباتشفسكى عام ١٨٢٩م فى جامعته قازان، مذكراته حول مبادىء الهندسة. وكان هذا أول عرض منهجى لهندسة غير إقليدية، ترفض مصادرة التوازى . فتفترض أن النقطة الواحدة يمكن أن يمر بها أكثر من خط مستقيم واحد يوازى كل منها خطًا مستقيمًا معلومًا، أو أن مجموع زوايا المثلث يساوى أقل من قائمتين[3] .

ولاشك فى أن النظريات التى استنبطت على هذا الأساس الجديد، كانت تناقض نتائج الهندسة الإقليدية. كما أن النسق الذى شيده لوباتشفسكى على هذا الأساس الجديد يعد نسقًا خاليًا من التناقضات، لأنه لو احتوى على تناقض داخلى

---

(١) رودلف كارناب: الأسس الفلسفية للفيزياء ، ص: ١٥٧. وانظر: ثابت الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ٥٦ .

(٢) د.يمنى الخولى: العلم والاغتراب والحرية، ص: ٣٦١ .

(٣) المرجع السابق، ص: ٣٦١، ٣٦٢ .

لكان فى ذلك برهان على أن مصادرة إقليدس لم تكن مستقلة عن المصادرات الأخرى فى الهندسة، وأنه يمكن البرهنة عليها بطريق الخلف[1] .

غير أن هذا الأمر قد وجد التفسير العلمى Scientific Explanation عنه عند كل من العالم الرياضى الألمانى فيليكس كلاين (Felix Klien، ١٨٤٩-١٩٢٥م)، والعالم الرياضى الفرنسى بوانكاريه (Poincaré، ١٨٥٤-١٩١٢م). فقد وضع كلاين أنموذجًا إقليديًا للهندسة اللاإقليدية؛ ووضع بوانكاريه معجمًا يمكن من ترجمة نظريات لوباتشفسكى بلغة إقليدية. وعليه، فإذا كان من الممكن الاهتداء إلى تناقض فى بناء هندسة لوباتشفسكى، فإن المعجم يتيح تحديد هذا التناقض فى بناء الهندسة الإقليدية؛ فمجال صحة الهندسة اللاإقليدية يعادل فى عمقه تمامًا مجال صحة الهندسة الإقليدية. ومن ثم فإن الهندسة الإقليدية تكافىء الهندسة اللاإقليدية عند لوباتشفسكى من حيث الصدق[2] .

ولم يمض غير قليل من الوقت حتى اكتشف ريمان عام ١٨٥٤م هندسة أخرى غير إقليدية، يقبل فيها على خلاف إقليدس أن المستقيم لايمتد إلى مالانهاية، وإنما هو ينتهى حتمًا. كما يقبل فيها أيضًا أن كل مستقيمين على سطح واحد لابد يلتقيان فى نقطتين؛ فلاتوجد -إذن- مستقيمات متوازية بالمعنى الإقليدى[3]. وفى هندسة ريمان يكون مجموع زوايا المثلث أكبر من قائمتين[4] .

وأخيرًا هل يمكن تصور الهندسة غير الإقليدية ذهنيًا أو حدسيًا مثل الهندسة الإقليدية؟ وهل هذا التصور له علاقة بالعالم الخارجى؟

إن هندسة إقليدس هى دراسة للعالم الخارجى من حيث الشكل، وهى تعتمد على بديهيات تكاد تكون كلها فطرية. ومثل هذا يقال عن هندسة لوباتشفسكى التى لاتختلف عن هندسة إقليدس إلا فى أنها تعتبر أن بالإمكان أن يمد أكثر من

---

(١) بول موى: المنطق وفلسفة العلوم، ترجمة: د.فؤاد زكريا، دار نهضة مصر، القاهرة، ١٩٧٣، ص: ١٤٣.

(٢) المرجع السابق، ص: ١٤٣، ١٤٤.

(٣) ثابت الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ٥٦ .

(٤) بول موى: المنطق وفلسفة العلوم، ص: ١٤٥ .

مواز واحد للخط الواحد، من كل نقطة فى مستواه. ولهذا الاعتبار فى تصوراتنا للتوازى ما يبرره؛ ولكننا لانجد فى تصوراتنا وخبراتنا العملية ما يبرر مفهوم الخط عند ريمان(1).

ولكن إذا نحن أمعنا النظر فى الخطوط التامة على السطح الكروى لانلبث أن نكتشف أن هندسة ريمان تتفق مفاهيمها ونظرياتها مع الهندسة الكروية، حتى يمكن أن يقال: إن الهندسة الكروية حالة خاصة من هندسة ريمان(2) .

وهذا يعنى أن الأنساق الهندسية الثلاثة صحيحة طالما إنها متسقة مع البديهيات، أو المقدمات التى بدأ منها. فالصحيح فى نظر العلم ليس صحيحًا إطلاقًا، ولكنه نتيجة منطقية للمقدمات التى سلمنا بها وانطلقنا منها. أما مسألة انطباق أى منها على العالم الخارجى، فهى مسألة فيزيائية وليست رياضية(3) .

وهكذا استحوذت مصادرة التوازى الإقليدية على اهتمام علماء الرياضيات، سواء فى الشرق العربى أو الغرب الأوروبى . وقد كشفت الكتابات العربية حول المصادرة الخامسة التى امتدت حوالى ستة قرون -ابتداءًا من القرن الثانى حتى القرن السابع للهجرة- عن مدى التواصل الثقافى والعلمى فى الحضارة الإسلامية. كما أسهمت إسهامًا دقيقًا فى كشف الغموض الذى خيم حول هذه المصادرة، إلا أن الإسهام الأهم فى هذه المصادرة كان من خلال كتابات كل من ابن الهيثم والخيام والطوسى. وهو الإسهام الذى لم تُعْرَف أهميته بالكامل سوى فى القرن التاسع عشر الميلادى(4) .

فمن خلال الإشارة إلى محاولات العالم الأوروبى بصدد المصادرة الخامسة، تبين لنا أن العلماء العرب قد أسهموا بعدة اكتشافات كان لها أثر واضح فى هذه

---

(1) سعيدان: مقدمة لتاريخ الفكر العلمى، ص: ٨٠ .

(2) المرجع السابق، الصفحة نفسها .

(3) يمنى الخولى: العلم والاغتراب والحرية، ص: ٣٦٢. وانظر: سعيدان: مقدمة لتاريخ الفكر العلمى، ص: ٨٠ .

(4) روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٦٠٠ .

المحاولات، وهى[1]:

(١) أن افتراضاتهم عن خصائص رباعى الأضلاع، التى درسوها بافتراض أن بعضًا من زواياه حادة أو منفرجة، تحتوى على المبرهنات الأولى لهندسة القطع الزائد وللهندسة الإهليليجية .

(٢) وقد أثبتوا المساواة المنطقية بين عدة أحكام فى نظرية التوازى، وطبقوا لكى يدحضوا فرضيتى الزاويتين الحادة والمنفرجة، أسلوب الرد المحال أو البطلان أو النقيض (برهان الخلف) .

(٣) وقد أقاموا أيضًا ربطًا متبادلاً أو تقابلاً أحاديًا بين المصادرة الخامسة ومجموع الزوايا داخل الشكل الرباعى، وبالتالى داخل المثلث .

(٤) والواقع أن بعض قواعد الخيام تدخل فى نطاق الأحكام الأولى من الهندسة اللاإقليدية .

وأما الإسهام الأكثر أهمية الذى قدمته المحاولات العربية بصدد المصادرة الخامسة، فينحصر في مفهوم "النقد الذاتى أو الباطنى" القائم على تحليل البناء الرياضى بما فيه المصادرات .وهو ما عُرف عند الرياضيين المحدثين بمسألة "أسس الرياضة Foundation of Mathematics" أو بـ "فلسفة الرياضة Philosophy of Mathmatics" عند الفلاسفة والكثيرين من الرياضيين أيضًا. وذلك لأنه أصبح واضحًا الآن أن أولئك الرياضيين الباحثين فى الأسس والأصول إنما يفلسفون، وأنهم بالتجائهم إلى المنطق الصورى الذى هو لباب الفلسفة وجوهرها، إنما التقوا مع الفلاسفة المهتمين بنقد المعرفة العلمية عن طريق تحليل البناء العلمى إلى عناصره وأسسه لتحديد طبيعة تلك الأسس، وما يترتب عليها من قضايا ونظريات مشتقة منها على أساس المنطق فحسب[2] .

ولما كانت فلسفة العلم المعاصرة تُعنى فى المقام الأول بتحليل البناء العلمى

---

(١) انظر: رنيه تاتون: تاريخ العلوم العام، المجلد الأول، ص: ٤٨٠، ٤٨١. روزنفيلد ويوشكفيتش: الهندسة، ص: ٦٠١. الأشهر: نظرية التوازى، ص: ١٠٥ .

(٢) الفندى: فلسفة الرياضة، ص: ١٤ .

القائم فعلاً إلى عناصره وأسسه، ونقد هذه الأسس لنبذ ما لاضـرورة لـه، وتقويـم الحقيقة العلمية فى نطاق حقائق المعرفة الإنسانية[1]. فإن حركات النقـد أو الشـك التى حدثت فى داخل بعض العلوم القائمة فى الحضـارة الإسـلامية، كالرياضيـات مثلاً -كما أثبتنا من خلال هذه الدراسة- ومن قبل العلماء العرب أنفسهم. تجبرنا على القول بأن البدايات الحقيقية لنشأة فلسفة العلم كانت بدايات إسلامية .

(١) المرجع السابق، ص: ١٠ .

الخاتمة

تناولت هذه الدراسة أصداء الرؤية الإسلامية الإبستمولوجية للعلم ، حيث استطعنا تحديد ملامحها بصورة موضوعية محايدة . وقد أثبتنا أن بذرة العقلانية التى ترعرعت فى الحضارة الإسلامية ، قامت بدور ثقافى مهم فى تشكيل العقلية العربية الفلسفية والعلمية .

وقد دفعتنا هذه الرؤية الإبستمولوجية إلى تبيان موقف العلماء العرب من مصادرة التوازى الإقليدية ، باعتبارها نقطة البدء فى حركات النقد الذاتى أو الباطنى التى حدثت داخل العلم فى الحضارة الإسلامية ؛ وهو ما يؤكد رؤيتنا الإبستمولوجية للعلم العربى الإسلامى . وقد ترتب على ذلك ، تتبع الجهود الإسلامية التى بذلت لحل إشكالية التوازى عند إقليدس ، وذلك خلال فترة زمنية تجاوزت خمسمائة سنة من عمر التاريخ العلمى العالمى .

ولما كانت دراستنا الأساسية فى هذا الكتاب إنما تهدف فى صورتها التى تمثلناها لها ، للخضوع لفكرة واحدة هى "الرؤية الإسلامية لإبستمولوجيا العلم" ؛ فإن هذه الرؤية أجبرتنا على الاستعانة بالتحليل الإبستمولوجى المعاصر بوصفه ضرورة حضارية من ضرورات التأريخ للعلم. وقد انتهينا فى ضوء ذلك إلى النتائج التالية:

(١) لقد أدى اللقاء الحضارى بين الأمة الإسلامية وغيرها من الأمم -خصوصًا اليونانية والهندية والفارسية وغيرها- إلى تأسيس مفهوم عالمية المعرفة ، وهو من الأسس التى قامت عليها الحضارة الغربية الحديثة .

(٢) لقد تأثر التراث العلمى العالمى تأثرًا كبيرًا فى معناه ومبناه بإقليدس ، الذى قام بدور ثقافى مهم فى فترة خطيرة من فترات التاريخ الإنسانى . فقد خلف لنا إقليدس مؤلفات عديدة كان لها أثرها الفعال فى تطوير مفهوم الفكر العلمى وإعطائه سمات واضحة ، حيث دارت حول بعضها دراسات علمية جادة ؛ وشغل العلماء ببعض منها وضعوا عليها الشروح والحواشى والتعليقات .

(٣) وقد أسهم العلماء العرب والمسلمون إسهامًا عظيمًا فى إحياء التراث العلمى الإقليدى ، وتقويمه بتسجيله تسجيلاً دقيقًا ، والكشف عما اضطرب فيه من نصوص ، وما اختلط فيه بين الشروح والتعليقات وبين المتن الأصلى . وهم بحق قد أعادوا للوجود هذا التراث بصورة علمية دقيقة ؛ فقد أكدت الأبحاث العلمية أن معظم المؤلفات العلمية التى خلفها إقليدس لم تصل إلى العالم الحديث والمعاصر إلا عن طريق العلماء العرب والمسلمين . ويكفى أن نقول : إن معظم الترجمات اللاتينية القديمة للمؤلفات الإغريقية عامّة وللمؤلفات الإقليدية خاصّة، تعتمد على الترجمات العربية لهذه المؤلفات أكثر من اعتمادها على المؤلفات الإغريقية الأصلية التى فُقد معظمها .

(٤) تأثر علماء الغرب تأثرًا كبيرًا بالمحاولات العربية الإسلامية بصدد المصادرة الخامسة فى مصادرها المختلفة ، واقتبسوا منها الشىء الكثير لاسيما ما كتبه كل من ابن الهيثم، وعمر الخيام، ونصير الدين الطوسى .

(٥) لقد نبّه العلماء العرب -بخاصة نصير الدين الطوسى- الأذهان إلى إمكان استخدام المنطق فى الهندسة، وبالذات برهان الخلف فى المصادرة الخامسة؛ مما كان له تأثير كبير فى الفكر الرياضى الحديث .

(٦) استطاع الأوروبيون -من أمثال ريمان ولوباتشفسكى وغيرهما- إيجاد هندسات جديدة غير إقليدية تلائم العقلية الأوروبية وتفتح الطريق أمام التقدم الحضارى فى مجالى الرياضيات والفيزياء .

(٧) تمثل المحاولات العربية الإسلامية بصدد المصادرة الخامسة ، نموذجًا فريدًا لمفهوم النقد الذاتى أو الباطنى للعلم فى الحضارة الإسلامية ؛ وهو ما عُرف عند الرياضيين المحدثين بمسألة أسس الرياضية أو فلسفة الرياضة . ولما كانت فلسفة العلم المعاصر تُعنى فى المقام الأول بتحليل البناء العلمى القائم فعلاً إلى عناصره وأسسه ، ونقد هذه الأسس لنبذ ما لاضرورة له وتقويم الحقيقة العلمية فى نطاق المعرفة الإنسانية وحقائقها . فإن ما حدث من قبل العلماء العرب والمسلمين بصدد المصادرة الخامسة ، يجبرنا على القول بأن البدايات

الحقيقية لنشأة فلسفة العلم كانت بدايات إسلامية .

وأخيرًا لسنا فى حاجة هنا إلى إعادة القول فى أهمية التحليل الإبستمولوجى والضرورة العلمية التى كانت تدفعنا لدراسة العلم العربى الإسلامى من خلاله ، فإن ذلك أمر واضح للعيان ولايحتاج إلى مزيد من القول . ويكفينا أن هذه الدراسة كشفت عن أهمية الفحص المنهجى للعلم العربى الإسلامى وتناوله من منظور التأريخ الإبستمولوجى ، الذى يبتعد عن سرد الوقائع ، واستعراض الإبتكارات ، وألوان السبق والنبوغ ومظاهر العبقرية . ومن ناحية أخرى يهدم المعجزات -سواء أكانت يونانية أم أوروبية - التى اصطنعها المستشرقون الغربيون باعتبارها منطلقًا منهجيًا لأبحاثهم ومؤلفاتهم فى تاريخ العلم .

ملحق

أولاً : منهج التحقيق العلمى

ثانيًا : نص برهان الأبهرى للمصادرة الخامسة

ثالثًا : نص رسالة السالار عن المصادرة الخامسة

أولاً : منهج التحقيق العلمى

لقد حاولنا بقدر الاستطاعة أن نلتزم بالأصول العلمية الخاصة بتحقيق المخطوطات، فى تحقيقنا لنص برهان المصادرة الخامسة لأثير الدين الأبهرى ولرسالة حسام الدين السالار عن المصادرة ذاتها . والمنهج هنا ينحصر فى مجموعة من القواعد العامة الموضوعة بغية الوصول إلى الدقة العلمية فى إخراج النص المخطوط . وعلى الرغم من ذلك، فإن هذا المنهج يختلف باختلاف العلوم ، كما يختلف باختلاف النصوص .

وقد كانت خطواتنا الأولى هى استقصاء النسخ الخطية لبرهان الأبهرى ولرسالة السالار ، والبحث عن أكبر عدد من هذه النسخ لدراستها واختيار الأفضل من بينها للمقابلة واستخراج النص المحقق لكل منهما . ولكن على الرغم مما بذلناه من جهد فى عملية البحث والتنقيب وراء النسخ، فإننا لم نظفر إلا بمخطوطة وحيدة وفريدة لرسالة السالار فيما هو ظاهر من فهارس مكتبات العالم.

وهذه النسخة محفوظة فى مكتبة دار الكتب المصرية ، برقم ٧٠١رياضة (ميكروفيلم ٤٥١٦٦) . وقد كتبت بقلم سميك أسود ، وحالتها جيدة . وتقع المخطوطة فى خمس ورقات (الورقة صفحتان) ، مكتوبة بخط نسخ عادى ، ومسطرة الصفحة الواحدة (٢١) سطرًا تقريبًا ، والسطر حوالى تسع كلمات ؛ وقد قام الناسخ بترقيم أوراق هذه المخطوطة . والصفحة الأولى من المخطوطة تحمل خاتم دار الكتب المصرية، وعنوان الرسالة على النحو التالى :

"مقدمات لتبيين المصادرة التى ذكرها أوقليدس[1] فى صدر المقالة الأولى فيما يتعلق بالخطوط الموازية الأولى للسالار رحمه الله" .

وفى الصفحة الأخيرة من المخطوطة كتب الناسخ: "وقد وقع الفراغ من نسخ هذه الرسالة فى يوم الخميس ٢٣ذى الحجة سنة ١٣٤٢هـ الموافق ٢٦يونيو

---

(١) وردت فى المخطوط اوقليدس والصواب إقليدس .

سنة ١٩٢٤م ، نقلاً عن مجموعة خطية بنمره (١٥) فلسفة مستحضرة مـن دار كتب صاحب العزة نور الدين بك مصطفى . ونسخ ذلك بقلم الراجـى عفـو مـولاه محمـود صدقى النساخ بدار الكتب المصرية عمرها الله وخلد ذكرها" . (انظر الصورة) .

أما برهان الأبهرى الذى ورد ذكره فى شرح أشكال التأسيس لقـاضى زاده الرومى ، فقد حصلنا على ثمانى نسخ منه بدار الكتب المصرية ، اعتمدنا على ست نسخ منها لاستخراج نص برهان الأبهرى ؛ وهذه النسخ ، هى :

١- نسخة (ب) برقم ١٠٨٥ رياضة (ميكروفيلـم رقـم ٤٤٣٥٦) ، كتبـت سـنة ١٠٧٤هـ . وقد جعلنا هذه النسخة الأصل فى التحقيق .

٢- نسخة (جـ) برقـم ٦٤٢حسـاب (ميكروفيلـم رقـم ٤٤٩١١) ، كتبـت سـنة ١١١٣هـ .

٣- نسخة (ح) برقم ٦٤١ حسـاب (ميكروفيلـم رقـم ٤٤٩٣٤) ، كتبـت سـنة ١٠٩٠هـ .

٤- نسخة (د) برقم ٦١ رياضة (ميكروفيلم رقم ٤٥٢٤٧) .

٥- نسخة (هـ) برقم ٩٨ هندسة (ميكروفيلم رقم ٤٥٢٩١) .

٦- نسـخة (و) برقـم ٧ رياضيـة (ميكروفيلـم رقـم ١٩٢٤٥) ، كتبـت سـنة ١١١٨هـ .

ولما كنا سنقتصر فى هذه المخطوطـة على استخراج نـص برهـان الأبهـرى للمصادرة الخامسة ، فإننا سوف نكتفى بالإشارة إلى نسخ هذه المخطوطـة -كمـا سبق- دون إيراد صور من النسخ التى اعتمدنا عليها فى التحقيق . أما فيما يتعلـق بمخطوطة السالار ، فقد قمنا بتحقيق نص المخطوطة بصور كاملة ، ولذلـك فإننـا سنقدم صورًا منها .

ولعله من المفيد هنا أن نستعرض بإيجاز الخطوات المنهجية التى قمنا بها أثنـاء التحقيق ، وهى فى جملتها لاتخرج عمـا هـو متبـع فـى التحقيـق العلمـى عمومًا ؛ ويمكن لنا أن نلخص هذه الخطوات فيما يلى :

١- قراءة النص وفهمه فهمًا تامًا ؛ بحيث نقف على كل خصائصه من حيث المضمون والشكل؛ وبذلك نستطيع أن نتلافى ما يمكن أن يقع فيه النساخ من أخطاء .

٢- وضع علامات الترقيم من فواصل ونقط ... بين العبارات حتى تسهل القراءة، واستبدال الهمزة بالياء كما هو متبع فى قواعد الإملاء الآن ، نظرًا لأن النساخ فى أغلب المواضع كانوا يكتبون الهمزة (ياءً) كما كان متبعًا فى عصرهم .

٣- إصلاح الخلل الذى وقع فيه الناسخ بالتدخل فى القليل النادر بإضافة بعض الكلمات من عندنا فى مواضع النقص، ووضعها بين قوسين معقوفتين -كما هو الحال فى نص رسالة السالار- وما عدا ذلك فقد أثبتناه كما هو فى نسخ التحقيق .

٤- الإشارة فى النص المحقق إلى بداية كل صفحة من صفحات المخطوطة حتى يسهل الرجوع إليها .

٥- القيام باستخدام بعض الرموز أثناء التحقيق ؛ وخاصةً فى تحقيق نص برهان الأبهرى؛ وهذه الرموز هى :

( ) : الأرقام الواردة فى اختلاف النسخ .

[ ] : عبارة ساقطة أو فى الهامش .

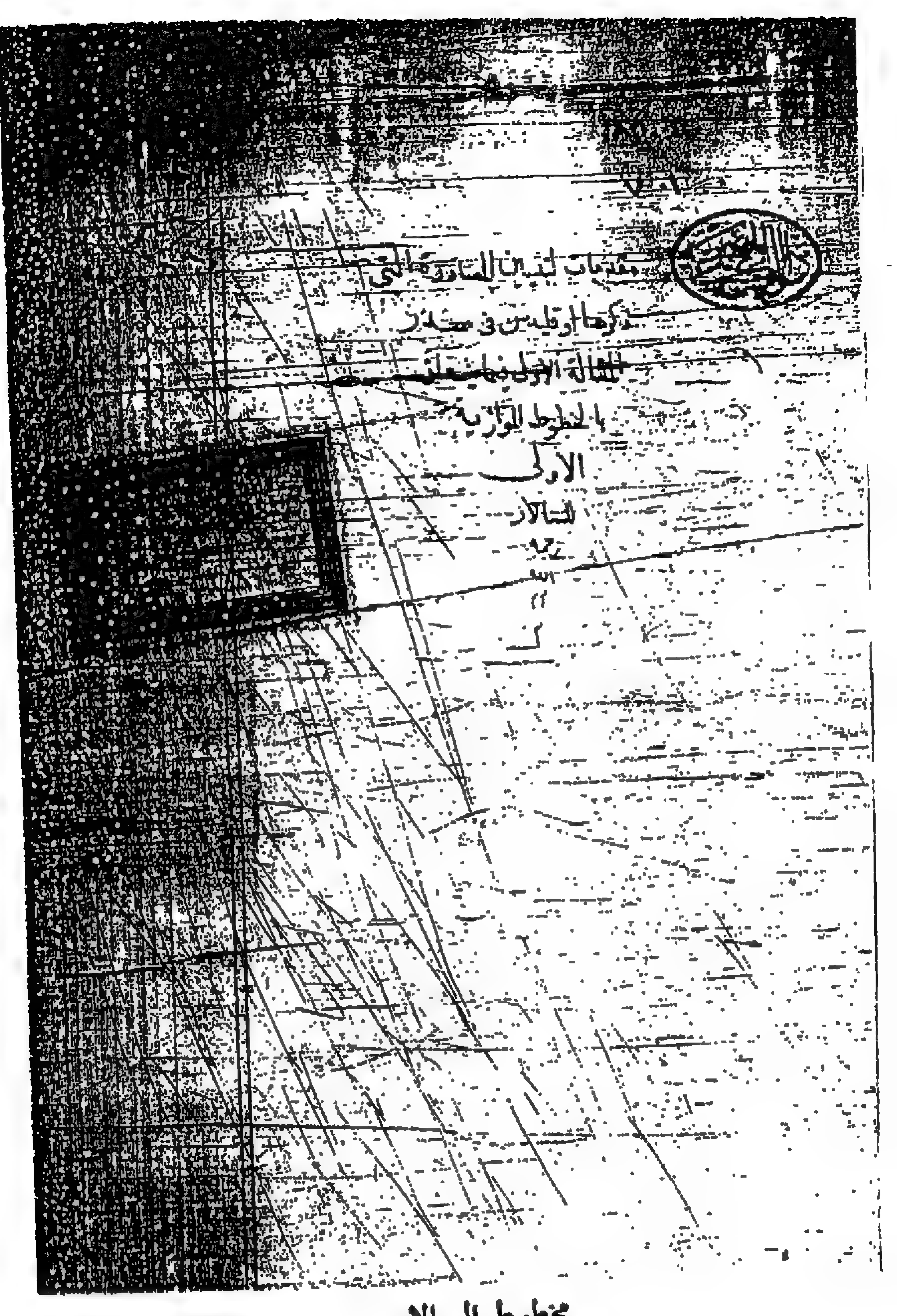
// : تحديد صفحات مخطوطة السالار والنسخة (ب) التى اعتمدناها أصلاً لتحقيق برهان الأبهرى .

- : كلمة أو عبارة ساقطة .

+ : كلمة أو عبارة فى الهامش .

∴ : اتفاق النسخ الخطية .

وأخيرًا، نقدم صورًا من المخطوطة التى اعتمدنا عليها فى تحقيق نص رسالة السالار، حتى يمكن من خلالها تكوين فكرة صحيحة عن نسخة التحقيق لهذه الرسالة .

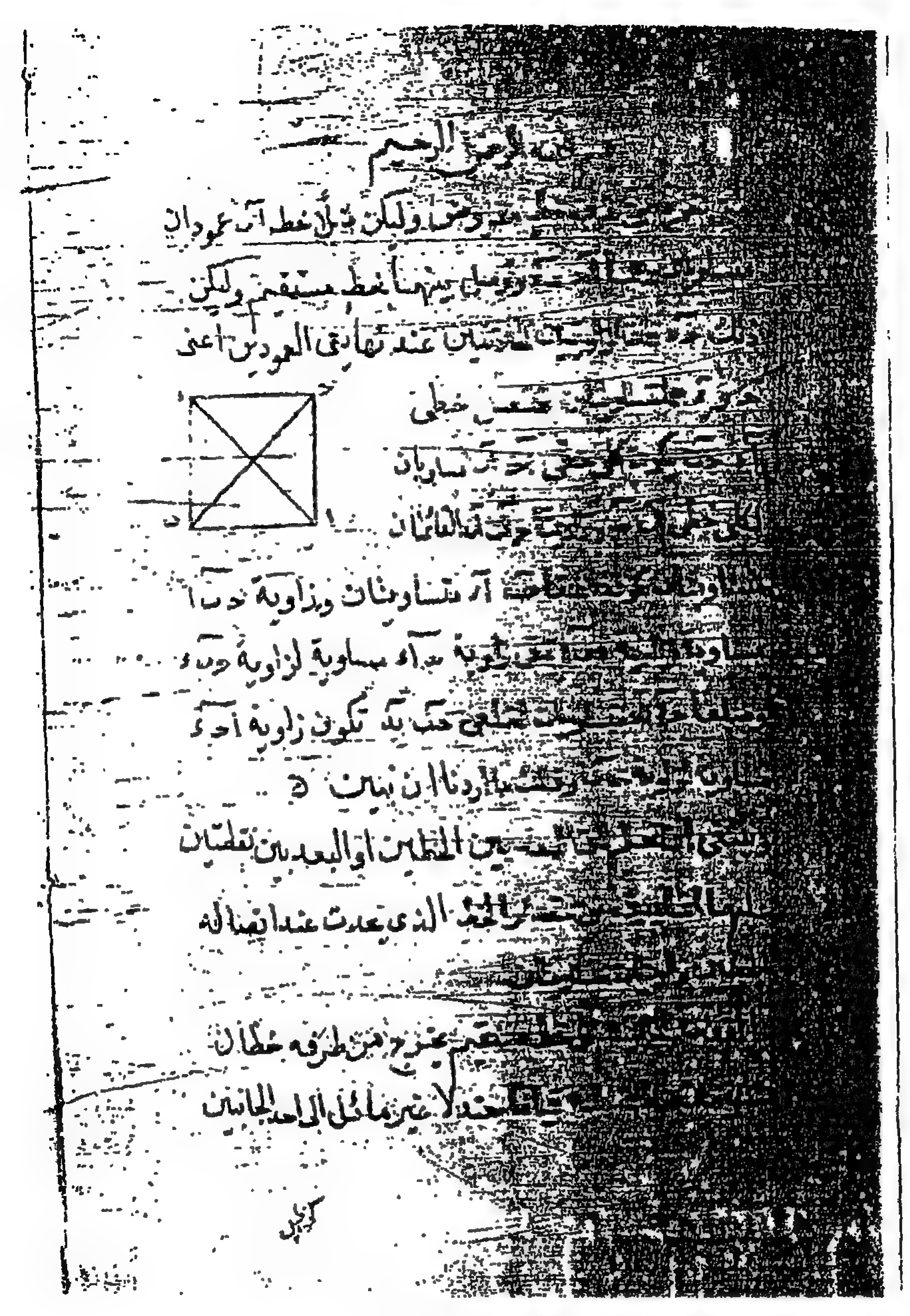


مخطوط السالار

النسخة المحفوظة بدار الكتب المصرية برقم ٧٠١ رياضة

(ميكروفيلم رقم ٤٥١٦٦)

الورقة الأولى



مخطوط السالار

(الصفحة الأولى)

٩

وهما دآب ومد ا أصغر من قائمتين فان الخطين اذا أخرجا في

تلك الجهة وهي جهة ح ء التقيا وذلك لان زاويتي ه ب

آ ب أمثل قائمتين تكون الزاويتان المذكورتان أصغر منهما وتبقى

زاوية ح آب بعد اسقاط زاوية ه ب ا المشتركة أصغر من زاوية

ر ب آ واذا عملنا على نقطة آ من خط آ ب زاوية مثل زاوية

آ ب ر وهي زاوية ح آ ت وقع خط ح آ فيما بين خطي آ ح ب ه

وتكون زاويتا ح آ ب ه ب آ مثل قائمتين فيكون بعده ت عن آ ح

[illegible] على عالقواعد ... بعد عن [illegible] لا يزيد البعد

ولا ينقص قط وأما بعد آ ح عن آ ح فانه يزداد بغير نهاية

فيجب ان يزداد قرب آ ح الى ه ب فبعده

البعد الثابت الذي هو بين آ ح ه ب

لا محالة فيلتقي خط آ ح خط ه ب

لا محالة وذلك ما اردنا ان نبين

تمت الرسالة لحسام الدين السالار

رحمه الله.

قد وقع الفراغ من نسخ هذه الرسالة في يوم [illegible] في الحجة

سنة ١٣٤٣ الموافق ٢٦ يونيه ١٩٢٤م نقلا عن مجموعة خطية

نمرة ١٠ فلسفة محفوظة من دار كتب صاحب العزة نور الدين بك

مصطفى. ونسخ ذلك بقلم الراجي عفو مولاه محمود صدقي الناسخ

بدار الكتب المصرية عمرها الله وخلد ذكرها

مخطوط السالار

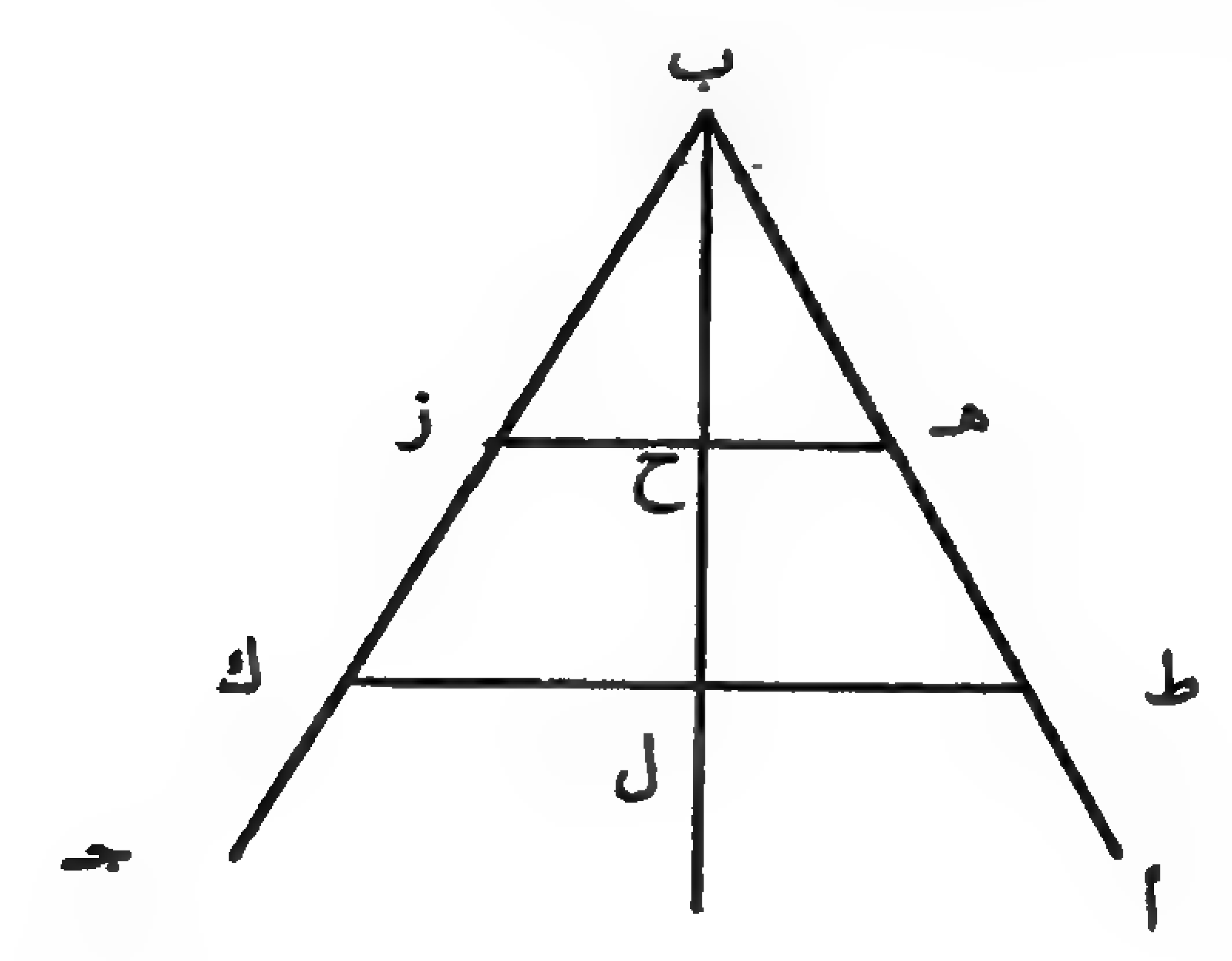
(الصفحة الأخيرة)

ثانيًا : برهان أثير الدين الأبهرى
على المصادرة الخامسة
مستخرج من مخطوط شرح أشكال التأسيس
لقاضى زاده الرومى
(النص المحقق)

(١٧ب)

وهذا موضع ذكر البرهان الموعود[1] على المصادرة المشهورة؛ قال الحكيم أثير الدين الأبهرى :

إذا نُصّفت[2] زاوية أ ب جـ بخط ب جـ[3] ، فإنه يمكن أن يُخرج لها أوتار[4] إلى غير النهاية بحيث يقع بعضها تحت بعض ، ويكون كل واحد منها قاعدة لمثلث[5] متساوى الساقين؛ لأنا نفصل ب هـ مثل ب ز ونصل هـ، ز ؛ فـ هـ ب ، ب ح [مثل ز ب ، ب ح][6] ، وزاويتا ب متساويتنا، [فزاويتا ح متساويتان][7] ؛ فـ ب ح عمود على هـ ز .



و[8] نفصل ب ط مثل ب ك، ونصل ط ، ك. فخط ط ك لايمر بنقطة ح ،

---

(١) – ب ، جـ ، ح ، + د .

(٢) ب ، جـ ، ح ، هـ ، و : نصف .

(٣) ب ، جـ ، ح : ب ح .

(٤) جـ ، هـ ، و : اوتارا .

(٥) جـ : المثلث .

(٦) + ب .

(٧) – جـ .

(٨) جـ : لانا .

وإلا لكانت[1] زاويتا (ب ح ط ، ب ح ك) [2] مثل قائمتين . وقد كانت[3] [ب ح هـ] [4] ، ب ح ز مثلهما؛ هذا خلف[5] . ولايقطع خط هـ ز، وإلا لأحاط خطان مستقيمان بسطح؛ فـ ط ك يمر بنقطة[6] تحت نقطة ح مثل نقطة[7] ل[8] . وعلى هذا يمكن إخراج الأوتار[9] إلى غير النهاية .

وإذا[10] ثبت هذا، فنقول: إذا وقع خط على خطين وصيّر الزاويتان[11] الداخلتان[12] في جهة أقل من[13] قائمتين، فإنهما يلتقيان في تلك الجهة إن أخرجا؛ لأنهما لايخلو[14] إما ان تكونا[15] حادتين أو إحداهما[16] حادة والأخرى قائمة أو منفرجة.

---

(١) ب ، ح ، د ، هـ ، و : لكان .

(٢) جـ : جـ ح ط ، د ح ك ؛ + جـ : ب ح ط ، ب ح ك .

(٣) ب ، جـ ، د ، هـ ، و : كان ؛ ح : يكون .

(٤) − ح .

(٥) ب ، جـ ، ح ، د ، و : هف .

(٦) − جـ .

(٧) جـ : نقطتى .

(٨) ح ، د : لام .

(٩) جـ : اوتارا :

(١٠) جـ : فاذا .

(١١) ∴ : الزاويتين .

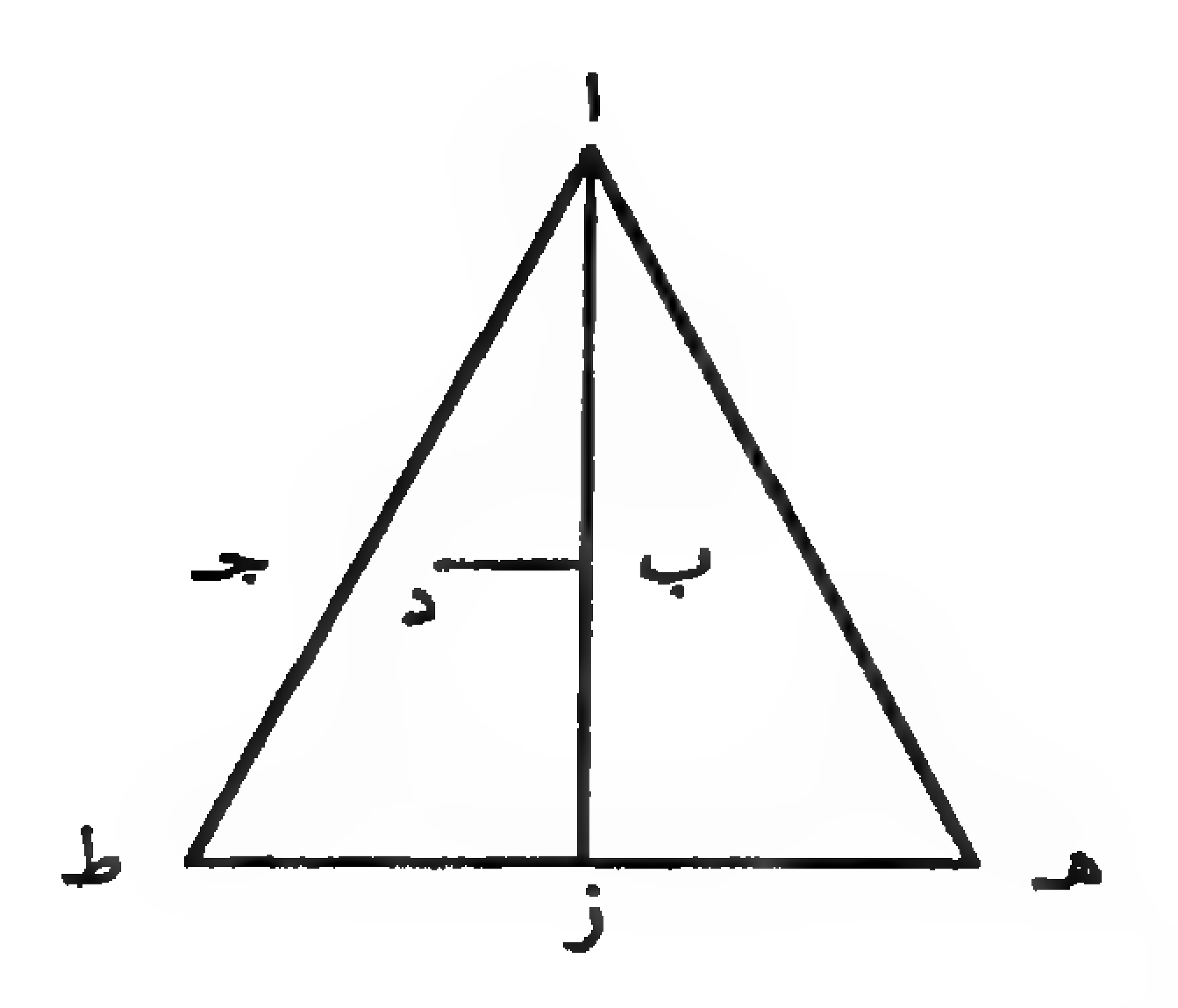
(١٢) ∴ : الداخلتين .

(١٣) هـ : من كل .

(١٤) د ، و : لايخ ؛ هـ : لايخلو .

(١٥) جـ : يكون ، و : يكونا .

(١٦) ب ، جـ ، ح ، د ، هـ : احديهما ؛ و : احدايهما .



فلتكن[1] إحداهما[2] حادة والأخرى قائمة ، مثل خطى أ جـ[3] ، ب د[4] وقع عليهما خط أ ب[5] وصيّر زاوية أ ب د قائمة، وزاوية // ب أ جـ[6] حادة[7]. فلنعمل[8] زاوية ب أ هـ مثل ب أ جـ ، ونخرج أ ب بالاستقامة إلى ز. فزاوية هـ أ جـ منصفة بخط أ ز، فيمكن[9] أن يُخرج لها أوتار[10] يقع[11] بعضها تحت بعض كما سبق. فيخرج[12] لها أوتار[13] إلى أن يقع[14] وتر[15] تحت نقطة ب .

(١) ب ، جـ ، ح : فليكن ، و : فاليكن .

(٢) ∴ احديهما .

(٣) د : ج .

(٤) د : أ ب ؛ و : د .

(٥) د : ب د .

(٦) د : ب ج أ .

(٧) − د ، هـ .

(٨) ب ، ح : فنعمل ؛ د : فتعمل ؛ و : فليعمل .

(٩) هـ : ويمكن .

(١٠) جـ ، و : اوتارا .

(١١) ح : تقع .

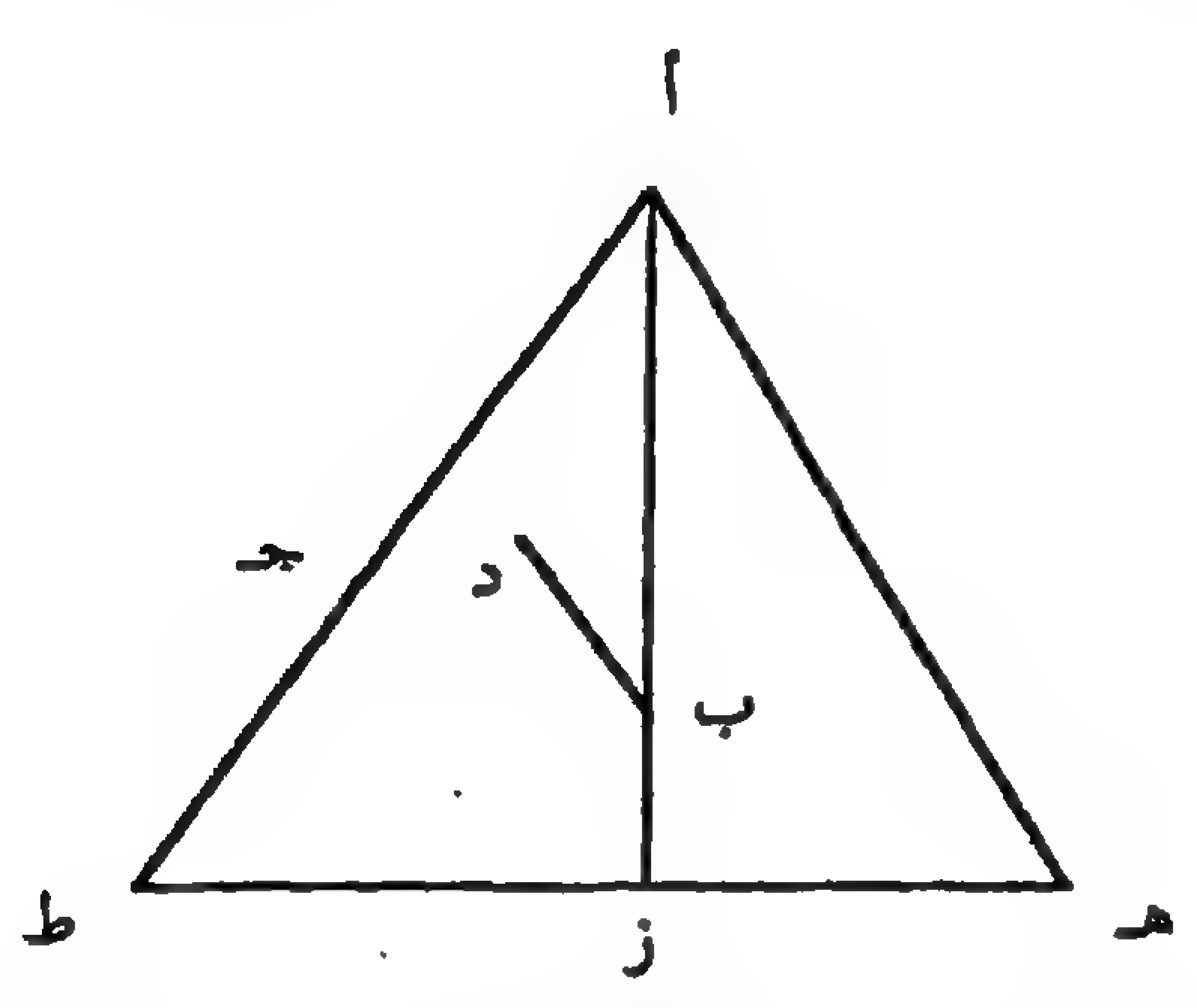
(١٢) ج ، ح : فنخرج .

(١٣) جـ ، و : اوتارا .

(١٤) جـ : تقع .

(١٥) − جـ ، ح ، و .

وليكن[1] هـ ط مارًا تحت نقطة[2] ب[3]. فلأن أ ز عمود على هـ ط فـ ز ط لا يلقى ب د ، وإلا لحدث[4] فى مثلث قائمتان. وهو محال[5] بالسابع عشر من أولى الأصول؛ وهو وإن كان محالاً[6] بالثانى والثلاثين[7] منها أيضًا[8]، وهو العشرون من كتابنا هذا إلا أن هذه[9] المصادرة مأخوذة فى بيانه، فلا يصح أن



يُؤخذ فى بيانها. وسنذكر ذلك الشكل بعد الفراغ من[10] هذا الكلام إن شاء الله تعالى[11] ، فإنه وإن كان عنه غنى فى بيان عدم الالتقاء ههنا -لتبين ذلك من الشكل الثامن عشر من هذا الكتاب، وهو[12] الثامن[13] والعشرون من أولى

---

(١) و : ولتكن .

(٢) - ح ، هـ .

(٣) - هـ .

(٤) ب ، جـ ، ح : يحدث .

(٥) ب ، جـ ، ح ، د ، و : مح .

(٦) و : مح .

(٧) جـ ، د : والثلثين .

(٨) ح : ايضـ .

(٩) - د ، هـ .

(١٠) ح ، د ، و ، هـ : عن .

(١١) - ب ، ح : تعـ .

(١٢) هـ : و .

(١٣) - د ، هـ .

الأصول -لكنه يحتاج إليه فى الفرضين الأخريين[1]؛ فـ ب د إذا أُخرج بالاستقامة يقطع[2] خط أ ط .

ولتكن[3] الزاويتان[4] حادتين[5]، فلنعد الشكل بحيث تكون[6] زاوية أ ب د حادة أيضًا[7]، فلأنها حادة تكون[8] زاوية ز ب د منفرجة، و أ ز ط قائمة. فخط ز ط لايلقى ب د وإلا لوقع فى مثلث قائمة ومنفرجة معًا[9]، وهو باطل[10] بذلك الشكل أيضًا[11]؛ فـ ب د إذا أُخرج يقطع[12] أ جـ .

ولتكن[13] إحداهما[14] حادة والأخرى منفرجة، مثل خطى أ ب ، جـ د وقع عليهما خط هـ ز وصيّر زاويتى[15] ب هـ ز، د ز هـ أقل من قائمتين، وزاوية د ز هـ منفرجة ، وب هـ ز حادة. فتنصف[16] خط [هـ ز على نقطة][17] ح[18]،

---

(1) ح ، د : الاخيرين ؛ هـ : الاخرين .

(2) حـ : يقع على ، ح : يقع .

(3) ب ، حـ ، ح : وليكن ؛ و : واليكن .

(4) د : الزاويتا ، +د : ن ؛ هـ الزاويتين .

(5) ح : حادثين .

(6) ب ، حـ ، ح ، د ، و : يكون .

(7) ح : ايضـ .

(8) ∴ : يكون .

(9) - حـ ، و .

(10) ب ، حـ ، ح ، د ، و : بط .

(11) - ب ، ح ، د .

(12) ب : تقطع .

(13)ب ، حـ ، د ، وليكن ؛ و : واليكن .

(14) ∴ : احديهما .

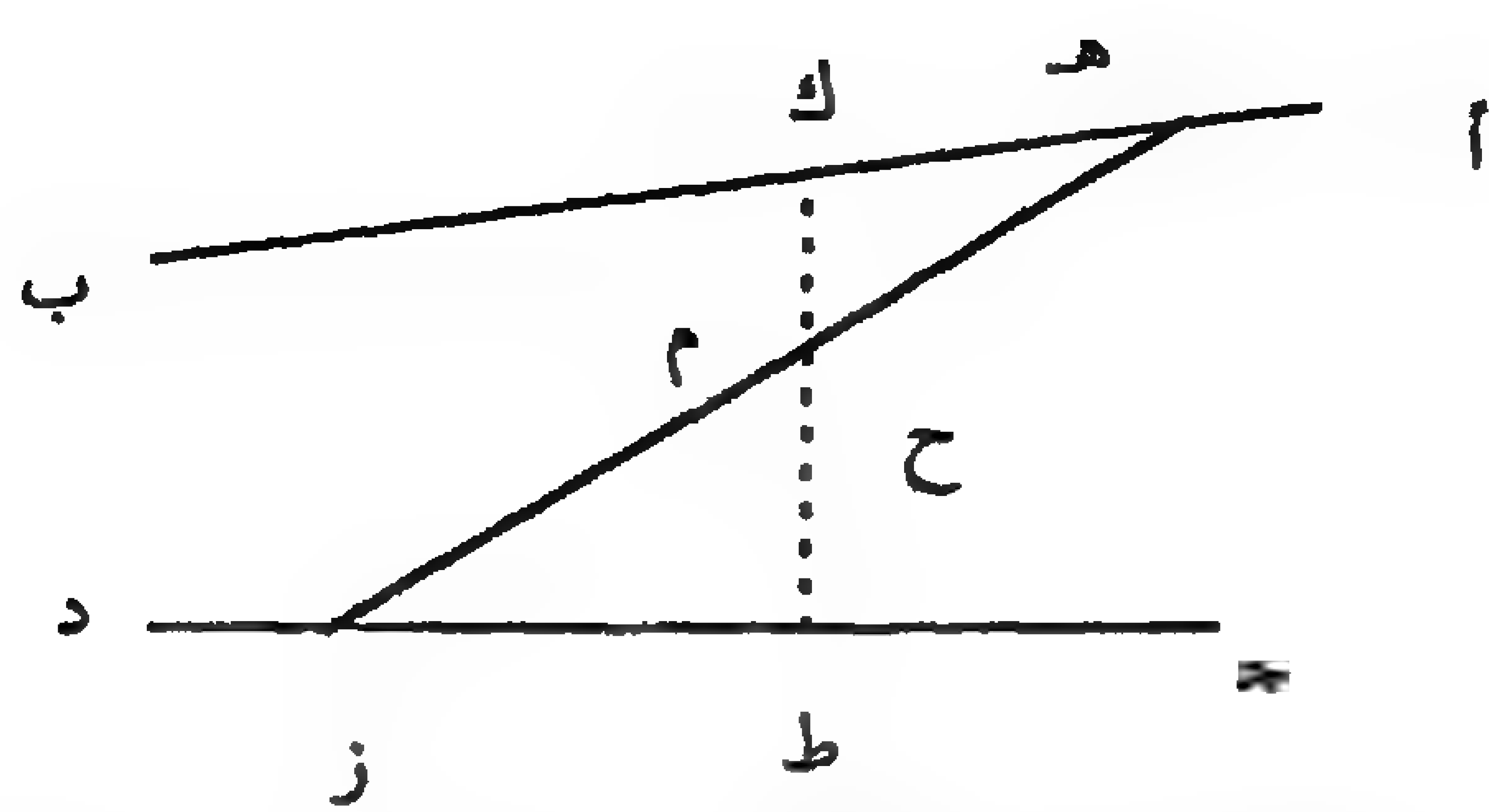
(15) حـ : زاويتين .

(16) ب ، ح : فنصف ؛ حـ ، هـ : فينصف .

(17) + حـ .

(18) و : ج .

ونخرج[1] من نقطة ح خط ح ط عمودًا على جـ د[2]، ونخرجه[3] بالاستقامة[4] إلى[5] م[6]. فلأن زاوية[7] ح[8] ط ز قائمة ، فـ ط ح ز حادة، فـ هـ ح م[9] حادة [و ب هـ ح حادة][10]. فخطا هـ أ[11]، ح أ يلتقيان .



وليكن[12] التقاؤهما على نقطة ك، فزاوية هـ ك[13] ح منفرجة وإلا لكانت قائمة أو حادة[14]. فإن كانت قائمة، فزاويتا هـ ك ح[15]، هـ ح ك[16]، مثل

---

(١) هـ : ويخرج .

(٢) و : ح د .

(٣) ج ، ح : ونخرج .

(٤) جـ : الاستقا ، + جـ : مه .

(٥) -ب ، + ح .

(٦) -ب ، + ح ، د : ميم .

(٧) جـ : الزاوية .

(٨) + ح .

(٩) ب : فـ ز ح م .

(١٠) - د ، و : و ب هـ ح حادة لانها مقابلة ، و ب هـ ح حادة .

(١١) جـ : أ هـ .

(١٢) و : واليكن .

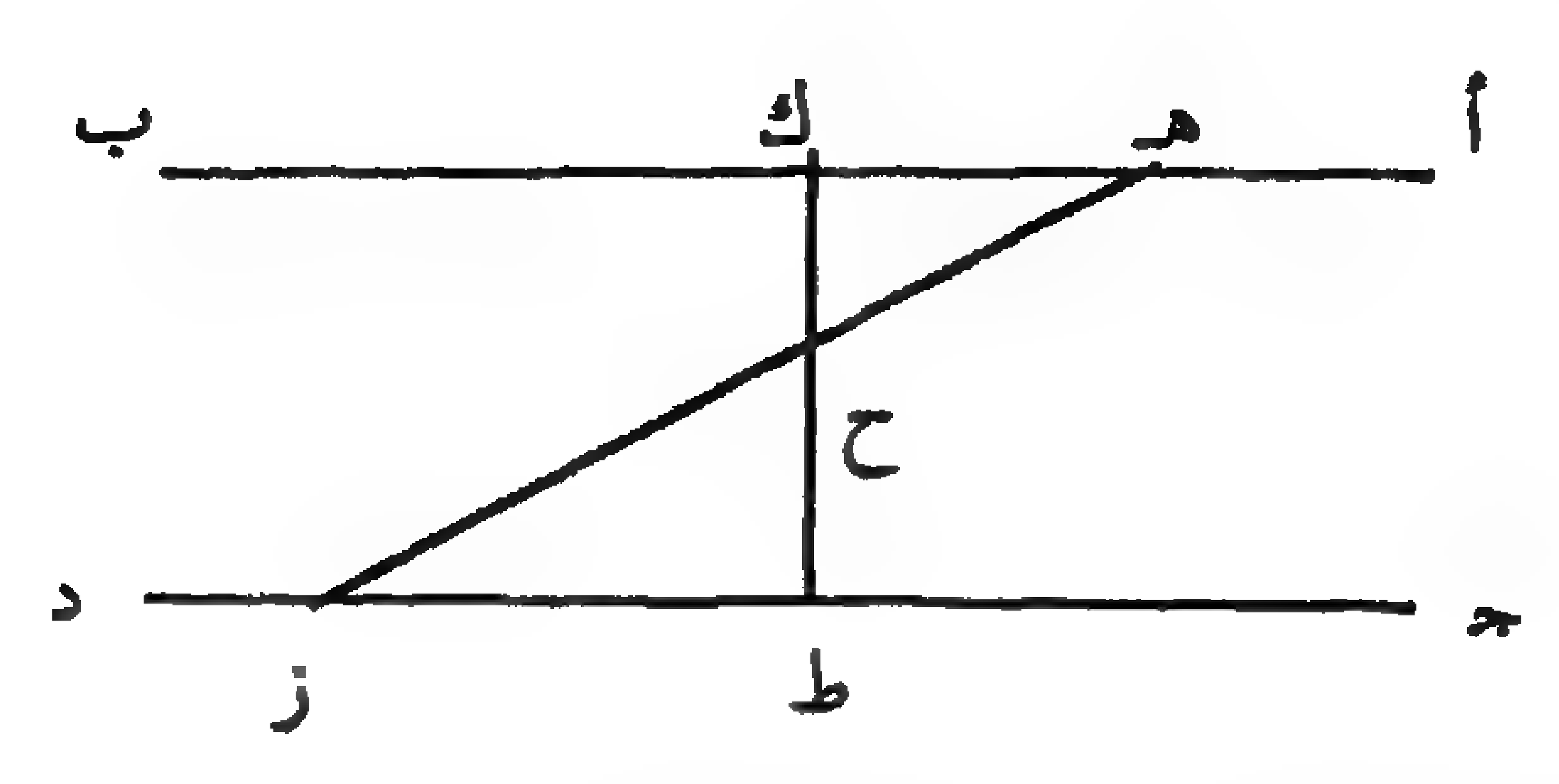
(١٣) جـ : ح ك هـ .

(١٤) و : حادة أو منفرجة .

(١٥) جـ : ح ك هـ .

(١٦) - و .

زاويتى[1] ح ط ز[2]، ط[3] ح ز، و هـ ح[4] مثل ح ز[5]؛ [فزاوية ك هـ ح مثل ح ز ط][6] . فنجعل[7] زاوية د ز هـ[8] مشتركة ، فزاويتا ز مثل زاويتى د ز هـ، ك هـ ح؛ فزاويتا ز[9] أصغر // من قائمتين؛ هذا خلف[10]. وإن كانت حادة، فزاوية[11] ك ط جـ[12] قائمة؛ فخطا[13] أ ب، جـ د يلتقيان [فى جهة أ ، جـ[14]][15] .



وليكن التقاؤهما[16] على نقطة ل، فلأن زاويتى [ب هـ ز، د ز هـ أصغر

---

(١) ح : زاويتين .

(٢) زفى + ح .

(٣) + ح .

(٤) جـ : و ح هـ .

(٥) د : ز ج .

(٦) – جـ .

(٧) د : فيجعل .

(٨) جـ : د ز ح .

(٩) و : هـ ز .

(١٠) ب ، جـ ، ح ، د : هف .

(١١) ب ، جـ : وزاوية .

(١٢) جـ : لـ ط ح .

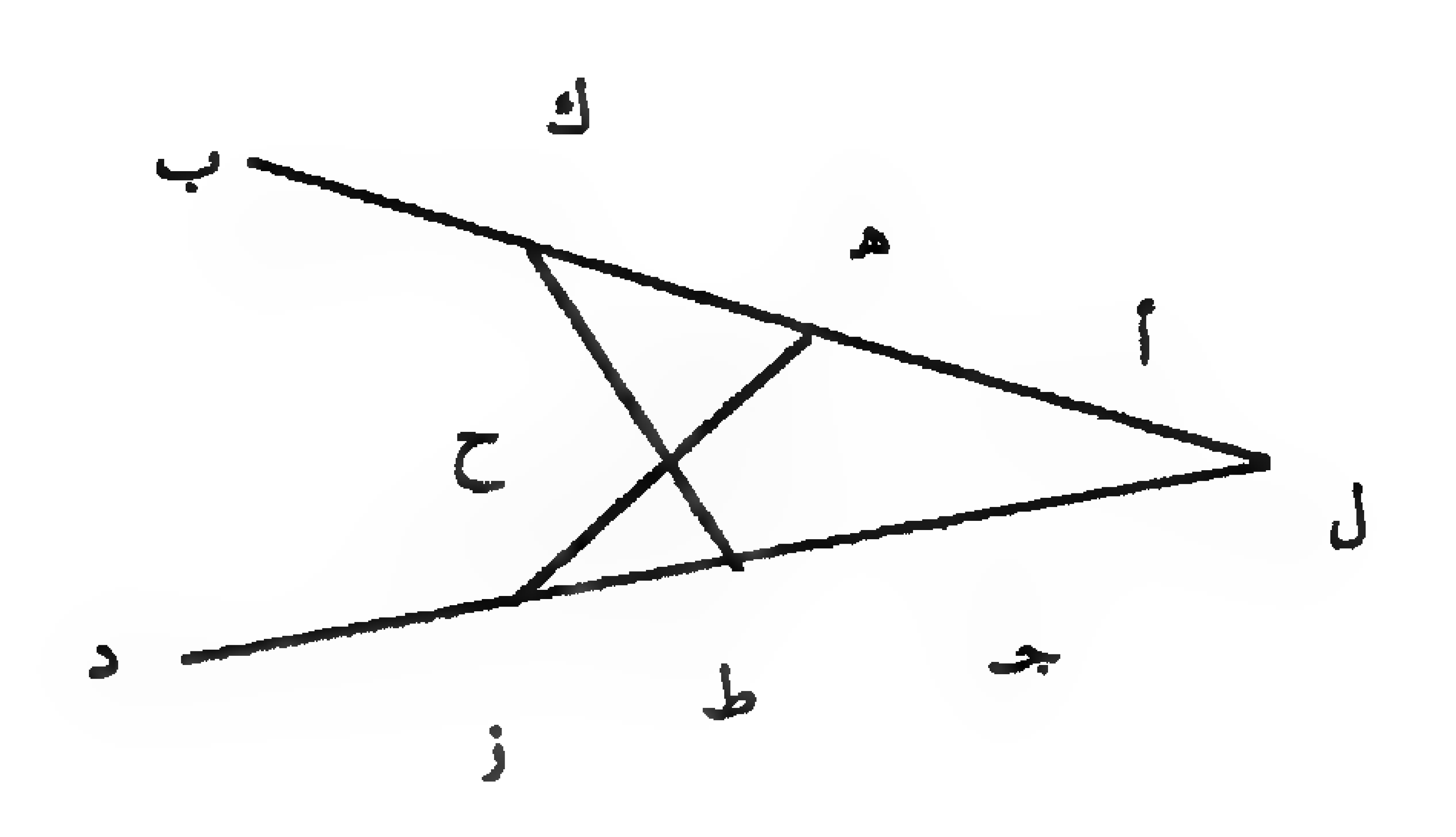
(١٣) و : فخط .

(١٤) هـ : ب .

(١٥) – ب ، جـ ، ح ، د ، و .

(١٦) ح : التقاهما .

من قائمتين؛ (وزاويتى][1] أ هـ ز، ك هـ ز مثل قائمتين) [2]، فزاوية د ز هـ أصغر من زاوية أ هـ ز . فالخارجة[3] أصغر من الداخلة ؛ هذا خلف[4] .



فإذا[5] ثبت أن زاوية هـ ك ح منفرجة ، فزاويـة ب ك ط حـادة ، وزاويـة د ط ك قائمة؛ فخطا[6] أ ب ، جـ د يلتقيان . وذلك ما أردناه[7] .

---

(١) + جـ .

(٢) عبارة مكررة فى ح .

(٣) و : فالخا ، + و : رجة .

(٤) ب ، جـ ، ح ، د : هف .

(٥) ب : فاذًا ، و : فاذن .

(٦) و : فخط .

(٧) جـ : اردنا .

ثالثًا : رسالـة

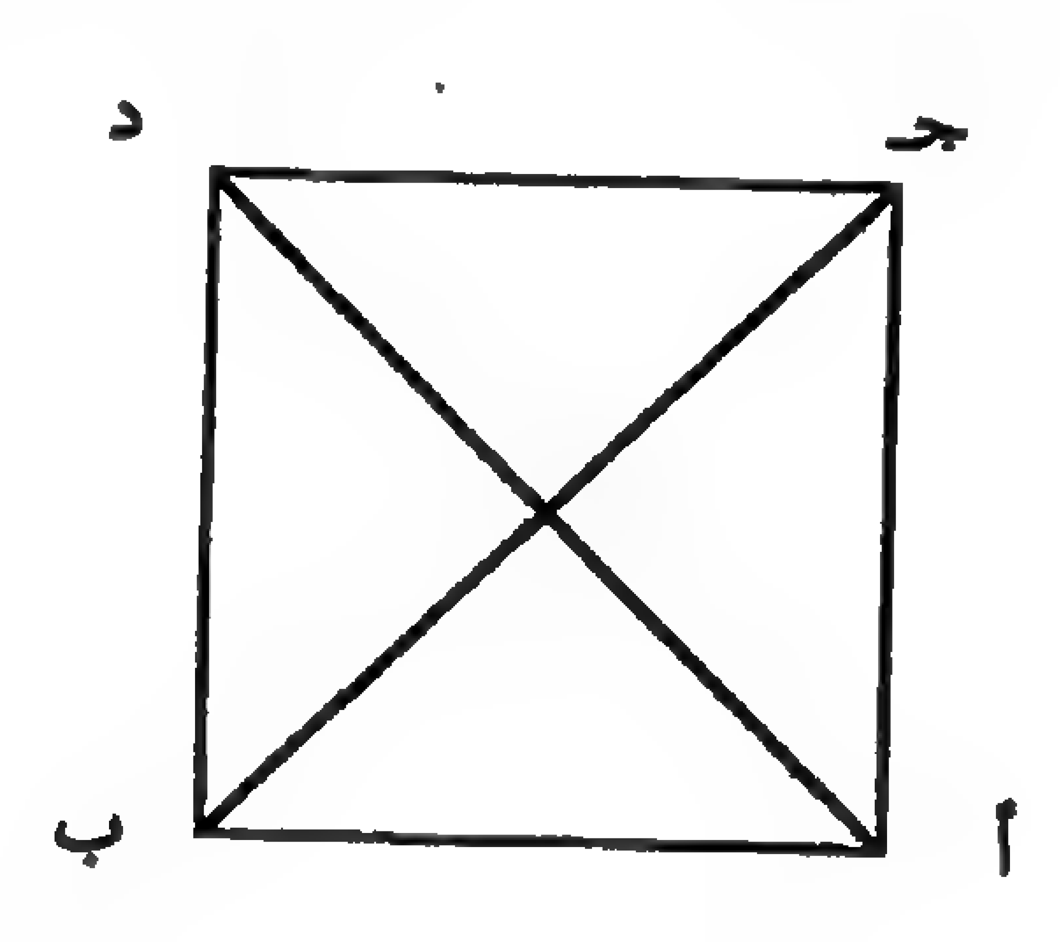
مقدمات لتبيين المصادرة التى ذكرها إقليدس
فى صدر المقالة الأولى فيما يتعلق بالخطوط المتوازية
لحسام الدين السالار

(النص المحقق)

بسم الله الرحمن الرحيم

[المقدمة الأولى][1] :

متى خرج من طرف خط مفروض وليكن مثلاً خط أ ب عمودان متساويان وهما أ جـ ، ب د ؛ ووُصل بينهما بخط مستقيم وليكن ذلك جـ د، فإن الزاويتين الحادثتين عند نهايتى العمودين ، أعنى جـ و د هما متساويتان . فنصل خطى أ د، جـ ب يكون كل[2] خطى أ جـ ، أ ب مساويين[3] لكل[4] خطى أ ب ، ب د ، وزاويتا جـ أ ب ، أ ب د القائمتان متساويتين[5] كون قاعدتا جـ ب، أ د متساويتين[6]، وزاوية جـ ب أ مساوية لزاوية د ب أ، تبقى زاوية جـ أ د مساوية لزاوية جـ ب د، وضلعا جـ أ ، أد متساويين[7] لضلعى جـ ب، ب د ، تكون زاوية أ جـ د مساوية لزاوية جـ د ب . وذلك ما أردنا أن نبين .



وينبغى أن تعلم أن البعد بين الخطين أو البعد بين نقطتين عليهما ، إنما يعرف من

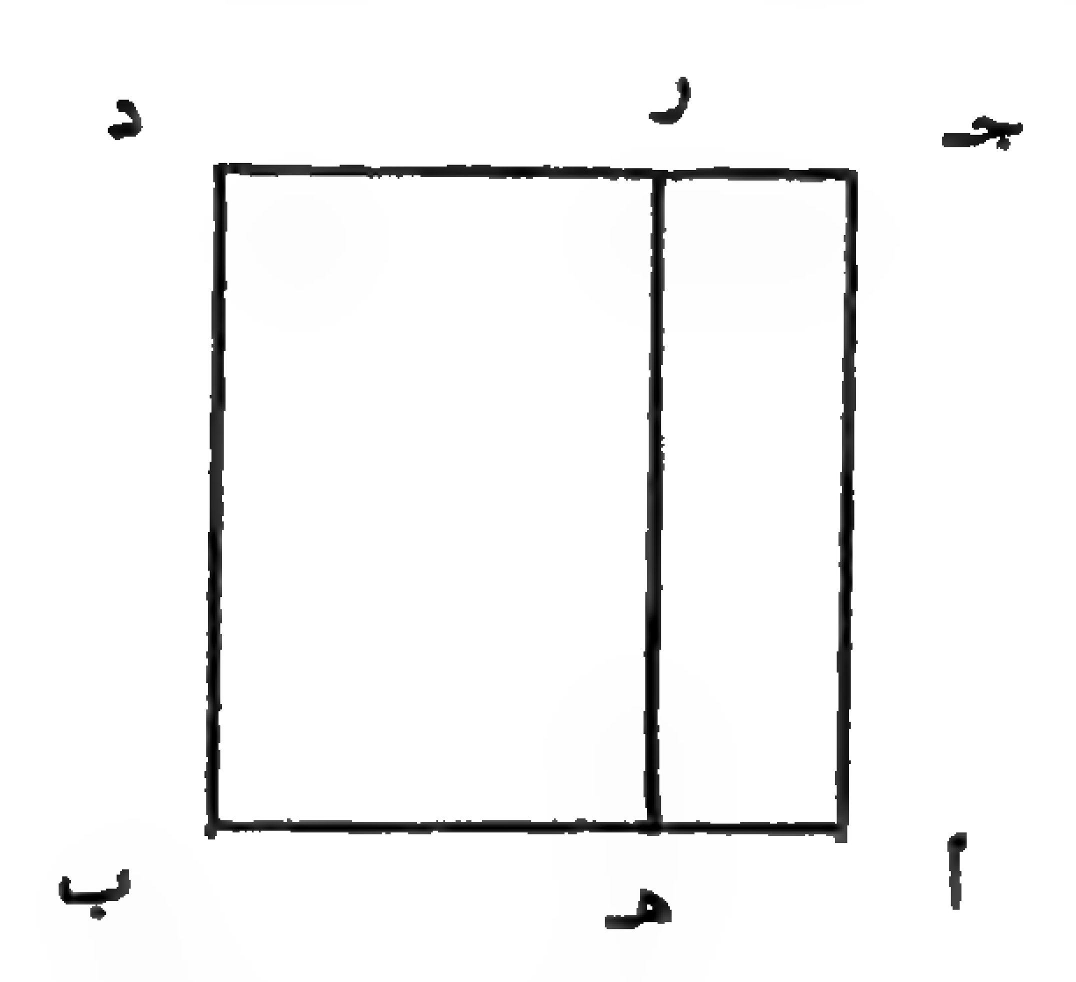
---

(١) – الأصل .
(٢) الأصل : كلى .
(٣) الأصل : مساويان .
(٤) الأصل : لكلى .
(٥) الأصل : متساويتان .
(٦) الأصل : متساويان .
(٧) الأصل : متساويان .

مقدار الخط الذى يُحدث عند اتصاله بالخطين زاويتان متساويتان .

المقدمة الثانية :

كل خط مستقيم يخرج من طرفه خطان مستقيمان يقومان عليه قيامًا معتدلاً غير مائل إلى أحد الجانبين // ، كخطى أ جـ ، ب د خرجا من طرفى خط أ ب على الوجه المذكور، وهما عمودان عليه، فإنهما كلما بعدا عن مخرجيهما ولو بغير نهاية، لايتمايلان لا إلى التقارب ولا إلى التباعد ..



وهذا مع أنه ظاهر قريب إلى الفهم [الذى][1] نزيده بيانًا، وهو أن نخرج من نقطة هـ التى هى فيما بين نقطتى أ ، ب خط هـ ر يقوم أيضًا على خط أ ب قيام الخطين الأولين، فإن كان خروج العمودين من طرفى خط يقتضى التمايل إلى التقارب، وحال خط هـ ر مع كل واحد من خطى أ جـ، ب د هى تلك الحال بعينها، فوجب أن يميل خط هـ ر إلى قرب كل واحد منهما معًا. وإن كان معنى الميل إلى التباعد يجب أن يميل إلى البعد عن كل واحد منهما معًا. وهذا محال ظاهر الإحالة، إذ الخط الواقع فيما بين خطين لايمكن أن يميل إلى قرب أحدهما إلا وأن يميل إلى البعد عن الآخر، ولا إلى البعد عن أحدهما إلا وأن يميل إلى قرب الآخر .

ونعلم من هذا البيان أن الخط الواصل بين طرفى عمودين متساويين خارجين

---

(١) - الأصل .

من طرفى خط مفروض، يجب[1] أن يكون مساويًا للخط المفروض. مثل خط جـ د الواصل من عمودى أ جـ ، ب د المتساويين الخارجين من طرفى خط أ ب، يجب[2] أن يكون مساويًا له. إذ لو لم يكن جـ د مساويًا لـ أ ب، فإما أن يكون أعظم منه أو صغر. فإن كان أعظم فالخطان متمايلان إلى التباعد، وإن كان أصغر فهما متمايلان إلى التقارب // . وقد عرفنا استحالتهما، فثبت إذن[3] أن البعد بينهما ثابت على حالة واحدة لايزيد ولاينقص. وإذ قد ثبتت هذه المقدمة، فليحلس منها مقدمة ثالثة ، وهى : (٤)

أن زاويتى أ ، ب إن لم يكونا قائمتين بعينهما بل متساويتين لهما، فحكم الخطين هو ما سلف، وهو إنهما لايتقاربان ولايتباعدان قط. ومن لم يساعد حدسه فى إدراك المقدمة، فليحصلها بالفكر بأن يقول: كل خطين وليكونا أ ب ، جـ د خرج من أحدهما خط مستقيم إلى الآخر ، وهو هـ ر، ويحدث الزاويتان اللتان فى جهة واحدة وهما أ هـ ر، جـ ر هـ مثل قائمتين، فإنه يوجد بينهما خط مستقيم هو عمود عليهما جميعًا. وذلك لأنه لو خرج من منتصف خط هـ ر وهو نقطة ح عمود ح ط إلى خط جـ د، لقى خط جـ د بنقطة غير نقطة ر لامحالة، فليكن تلك النقطة ط، ونفصل من هـ ب الذى هو[4] على تناوى[5] ر جـ خط هـ ك مساويًا لخط ط ر، ونصل من نقطتى ك ح بخط مستقيم هو ك ح، فلأن خطى ح هـ[6]، ح ك[7] مساويان لخطى ح ر ، ح ط وزاويتا هـ ، ر المتبادلتان متساويتان، فزاويتا ك ، ط متساويتان، وكذلك اللتان عند نقطة ح ، وط قائمة ، و ك أيضًا قائمة .

---

(١) الأصل : وحب .

(٢) الأصل : وحب .

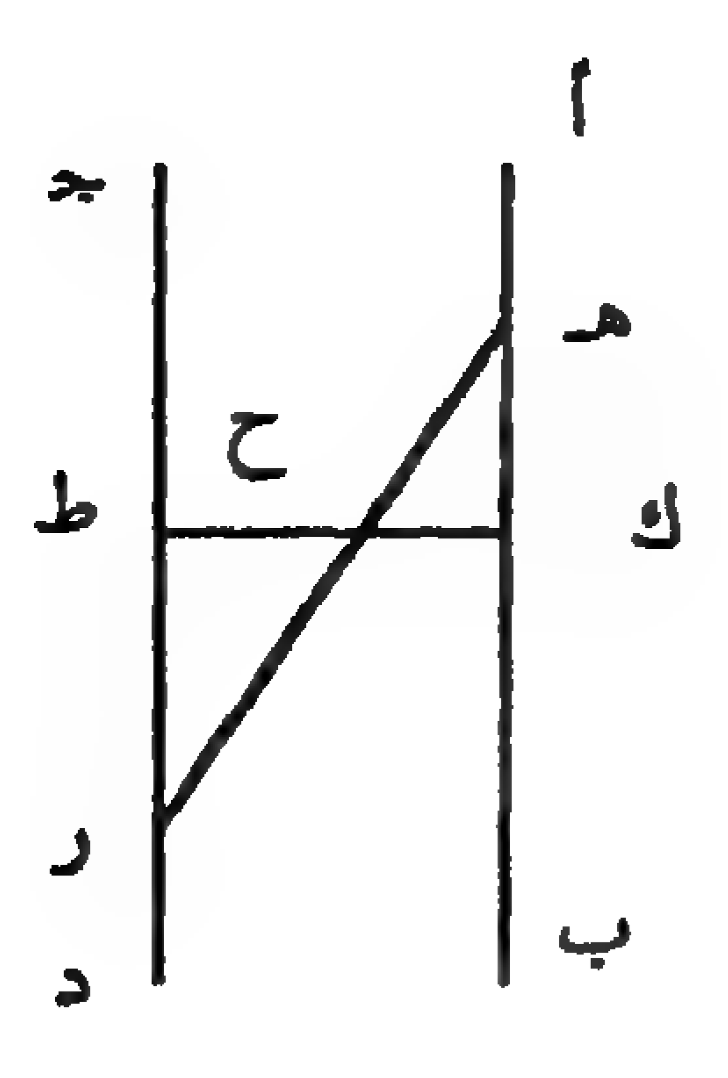
(٣) الأصل : اذًا .

(٤) الأصل : هر ، + الأصل : هو .

(٥) الأصل : تناول ، + الأصل : تناوى .

(٦) الأصل : هـ ح ، + الأصل : ح هـ .

(٧) الأصل : هـ ك ، + الأصل : ح ك .

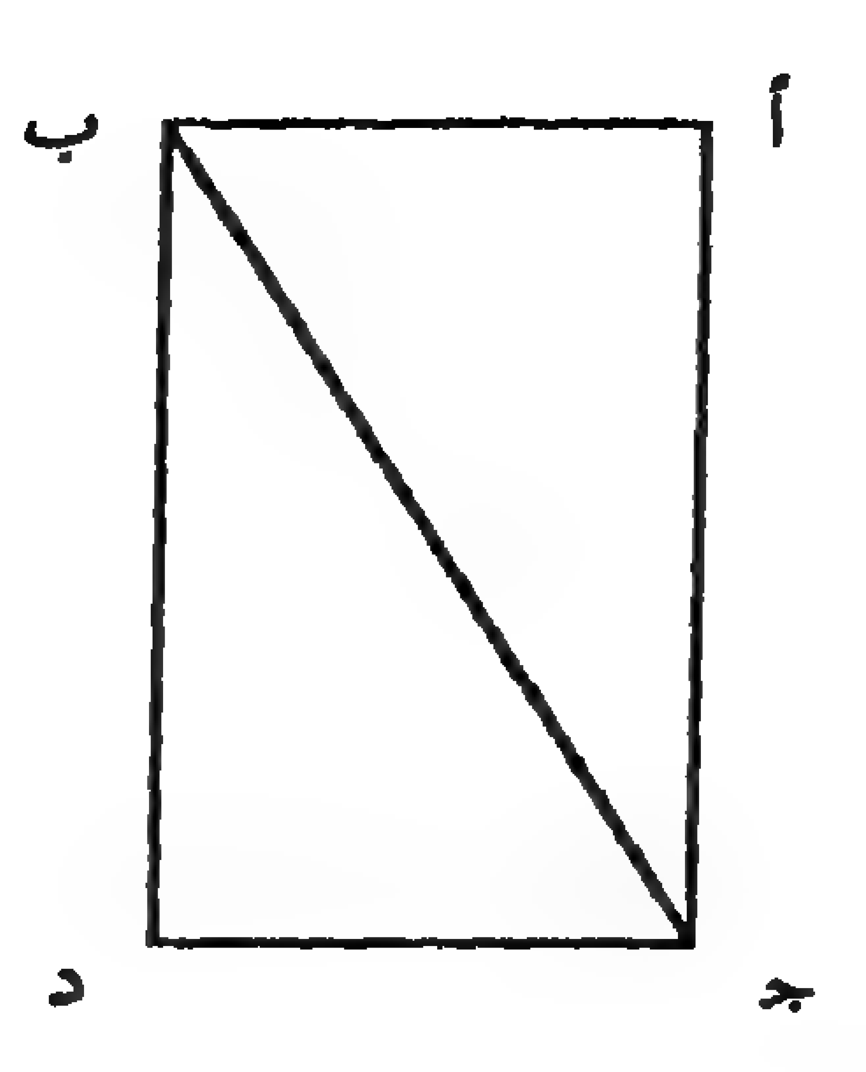


ونقول : إن خط ك ح على استقامة ط ح لأن الزاويتين اللتين عند نقطة ح متساويتان ، هـ ح ط مشتركة تكون زاويتا هـ ح ك[1]، هـ ح ط مساويتين[2] لزاويتي هـ ح ط، ر ح ط وهو مثل قائمتين تكون زاويتا هـ ح ك، هـ ح ط أيضًا مثل قائمتين //، فيكون خط ك ح على استقامة خط ط ح. وإذ قد وجد ك ط واصلاً من أ ب ، جـ د على زاويتين قائمتين، فـ أ ب، جـ د لايتقاربان ولايتباعدان، وإن أخرجا بغير نهاية. وذلك ما أردنا بيانه .

المقدمة الرابعة :

الخط الواصل بين نهايتي العمودين المتساويين الخارجين عن طرفي خط مستقيم يحدث عند النهايتين زاويتين قائمتين، كخط أ ب الواصل بين نهايتي عمودي جـ أ، د ب الخارجين من طرفي جـ د، تكون زاويتا جـ أ ب، د ب أ قائمتين. وذلك لأنه إذا وصل خط جـ ب يحدث مثلثا جـ أ ب، جـ د ب ضلعا أ جـ ، أ ب من أحدهما مساويان لضلعي جـ د، د ب من الآخر، وقاعدة جـ ب مشتركة في المثلثين، تكون الزوايا الثلاث في أحدهما مساوية للزوايا الثلاث في

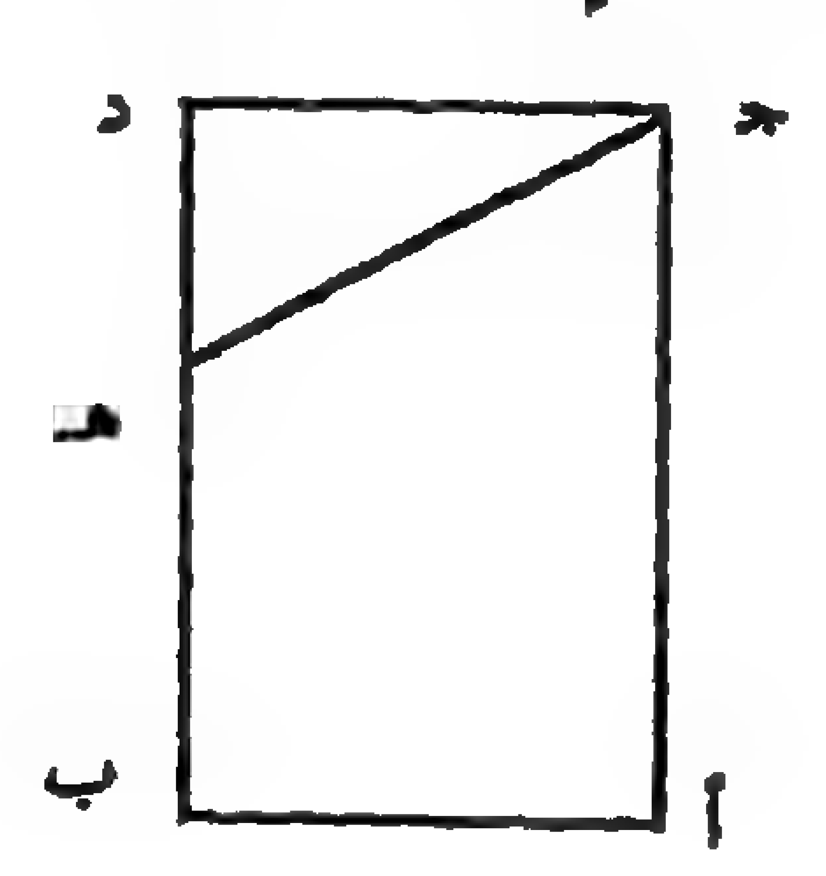
(١) الأصل : هـ ح ك هـ ح ك .
(٢) الأصل : مساويتان .



الآخر، كل واحدة لنظيرتها: زاويــة جـ أ ب مساوية لزاوية جـ د ب القائمة ، تكون زاوية جـ أ ب قائمة أيضًا ، وكذلك زاوية أ جـ ب مثل زاوية جـ ب د، وزاوية أ ب جـ مثل زاوية ب جـ د، يكون بمجموع الزاويتين، وهي زاويـة أ جـ د القائمة مثل بمجموع الزاويتين الآخريين[1]، وهي زاويـة أ ب د، فزاويـة أ ب د إذن[2] هي قائمة أيضًا . وذلك ما أردنا أن نبين .

المقدمة الخامسة :

كل سطح ذي أربعة أضلاع قائم الزوايا، مثل سطح أ ب جـ د يكون كل ضلعين متقابلين منه متساويين[3] ، أ جـ مثلاً مساوٍ لـ ب د، إذ لو يكن مساويًا له فإما أن



يكون أصغر // أو أعظم . فليكن أ جـ أصغر، ونفصل من ب د مثلـه ، وهـو هـ (٦)

(١) الأصل : الاخرتين .

(٢) الأصل : اذًا .

(٣) الأصل : متساويان .

ب، ونصل بخط جـ هـ، تكون زاويتا أ جـ د، أ جـ هـ قائمتين[1]؛ هذا خلف .

المقدمة السادسة :

كل خطين يبتديان مـن نقطـة ويحيطـان بزاويـة قائمـة كـانت أو غـير قائمـة ويمتدان بغير نهاية، فإنه تزايد البعد بينهما بأمثال أ د بعد ومقدار فرض بغير نهاية.

مثاله : خطا أ ب، أ جـ يحيطان بزاوية أ، ونفصل منهما مقدارين متساويين هما: أ ب ، أ جـ ، ونصل بين نقطتي ب ، جـ بخط ب جـ .

أقول : إنه يمكن أن يتزايد البعد بين خطي أ ب ، أجـ إذا أُخرجا بغـير نهايـة بأمثال خط ب جـ بغير النهاية .

برهانه : نقسم ب جـ بنصفين على د، ونصل بخط أ د، تكون الزوايتان اللتان عند نقطة د قائمتين واللتان عند نقطة أ متساويتان. ويخرج خطا[2] أ ب ، أجـ على استقامتهما، ونفصل هـ ب مثل أ ب و جـ ر مثل أ جـ، ونصل بخط هـ ر. ويخرج أ د على استقامة حتى يلقى خط هـ ر علـى نقطـة ح ، ونبـين أن خـط هـ ر هـو ضعف ب جـ. وذلك لأن أ هـ من مثلث هـ أ ح مساو لضلع أ هـ من مثلـث ح أ ر، أ ح مشترك فى المثلثين، والزاويتان من المثلثين اللتين[3] عند نقطة أ متسـاويتان، يكون هـ ح مثل ح ر، وزاوية[4] أ ح هـ مثل زاوية أ ح ر، فهما إذن[5] قائمتان .

ولنخرج من طرفى خط ب جـ عمودى ب ط، جـ ى ونخرجهما فى الجهـة الأخرى على الاستقامة إلى نقطتى[6] ك ، ل لأن زاويتى هـ ب ح، ر جـ ب //

---

(١) الأصل : قائمتان .

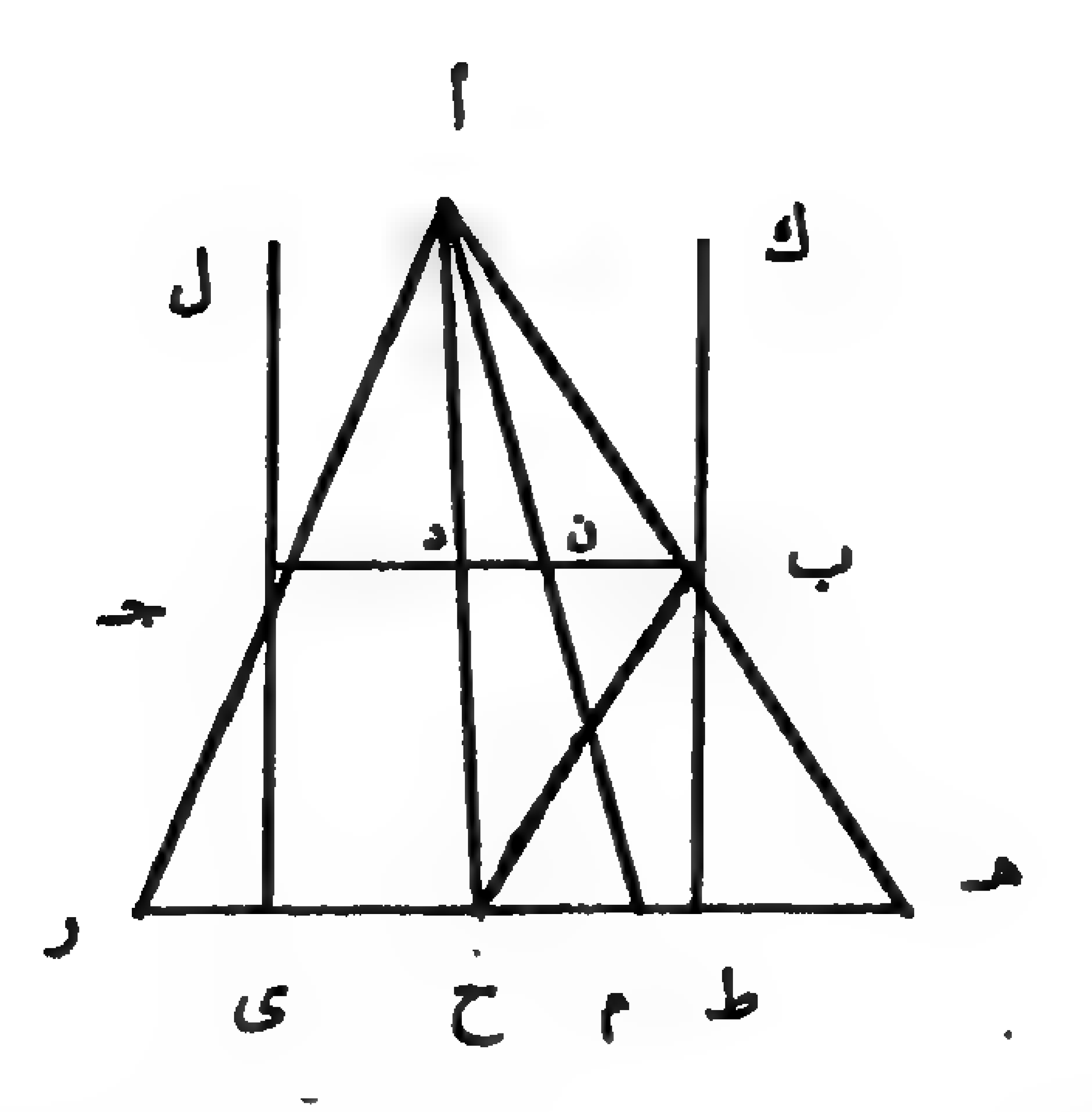
(٢) الأصل : خطى .

(٣) الأصل : اللتان ، + الأصل : اللتين .

(٤) الأصل : زاويتا ، + الأصل : زاوية .

(٥) الأصل : اذًا .

(٦) الأصل : نقطة ، + الأصل : نقطتى .



اللتين تحت القاعدة متساويتان، تبقى زاويتا هـ ب ط، ر جـ ى من مثلثى هـ ب ط، ر جـ ى متساويتين. وكل واحدة من زاويتى هـ و ر متساويتين[1]، وضلعا هـ ب، جـ ر فى المثلثين متساويان، يكون الضلعان الباقيان وهما: هـ ط، ب ط متساويين[2] للضلعين الباقيين وهما جـ ر ،جـ ى[3] .

وإذا كان كل واحد من عمودى ب ط، جـ ى متساويين[4]، تكون كل واحدة من زاويتى ط و ى قائمة ، والضلعان المتقابلان من السطوح القائمة الزوايا متساويان؛ فيكون إذن[5] خط ب جـ مثل خط ط ى .

ثم نقول : إن خط هـ ط وجب أن يكون مساويًا لخط ح ط، لأنه لو لم يكن مساويًا له فإما أن يكون أصغر منه أو أعظم . فليكن أولاً أصغر منه، ولنفصل من ط ح مثله وهو ط م، ولنصل بين نقطتى م، ب بخط[6] م ب، فلأن خط م ط مثل هـ ط، وط ب مشترك، يكون كل خطى ط ب، هـ ط مثل كل[7]

---

(١) الأصل : متساويتان .

(٢) الأصل : مساويان .

(٣) الأصل : ى ر، ى جـ ؛ + الأصل : جـ ر، جـ ى .

(٤) الأصل : متساويان .

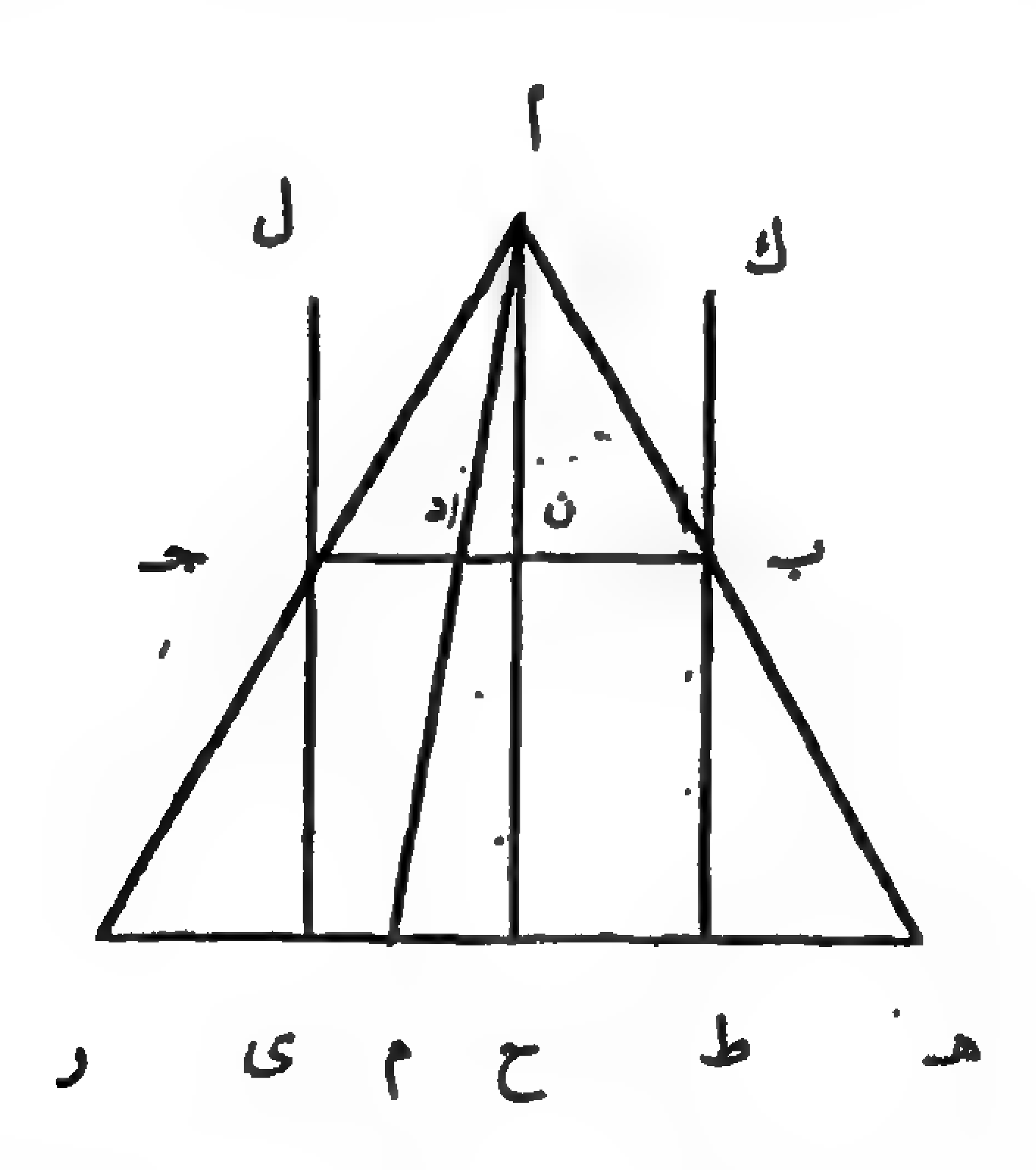
(٥) الأصل : اذًا .

(٦) الأصل : بخطى .

(٧) الأصل : كلى .

خطى[1] ط ب، ط م وزاويتا ط فى المثلثين قائمتان، يكون خط هـ ب مثل خط م ب، والزاويتان اللتان عند ب فى المثلثين متساويتان، تكون زاوية ك ب أ المساوية لزاوية هـ ب ط، مساوية لزواية ط ب م. تبقى زاويتا م ب ن، أ ب ن من القائمتين متساويتين، وضلع أ ب من مثلث // أ ب ن المساوى لـ هـ ب مساوٍ لضلع م ب من مثلث م ب ن، وضلع ب ن مشترك فى المثلثين، تكون قاعدة م ن مثل قاعدة ن أ، والزاويتان اللتان عند نقطة ن متساويتان، فهما إذن[2] قائمتان، تكون فى مثلث أ ن ك قائمتين[3]، هذا خلف.

وإن فرضنا هـ ط أعظم من ط ح، ونفصل من ط ى مثله، تقع نقطة م فى الجانب الآخر من نقطة ح، كما فى الصورة الأخرى. ونبين بمثل ما بيناه إنه يلزم أن يكون فى مثلث واحد زاويتان قائمتان؛ وكذلك نبين أن خط ى ر وجب أن يكون مساويًا لخط ى ح، إذ لايمكن أن يكون أصغر منه ولا أعظم .

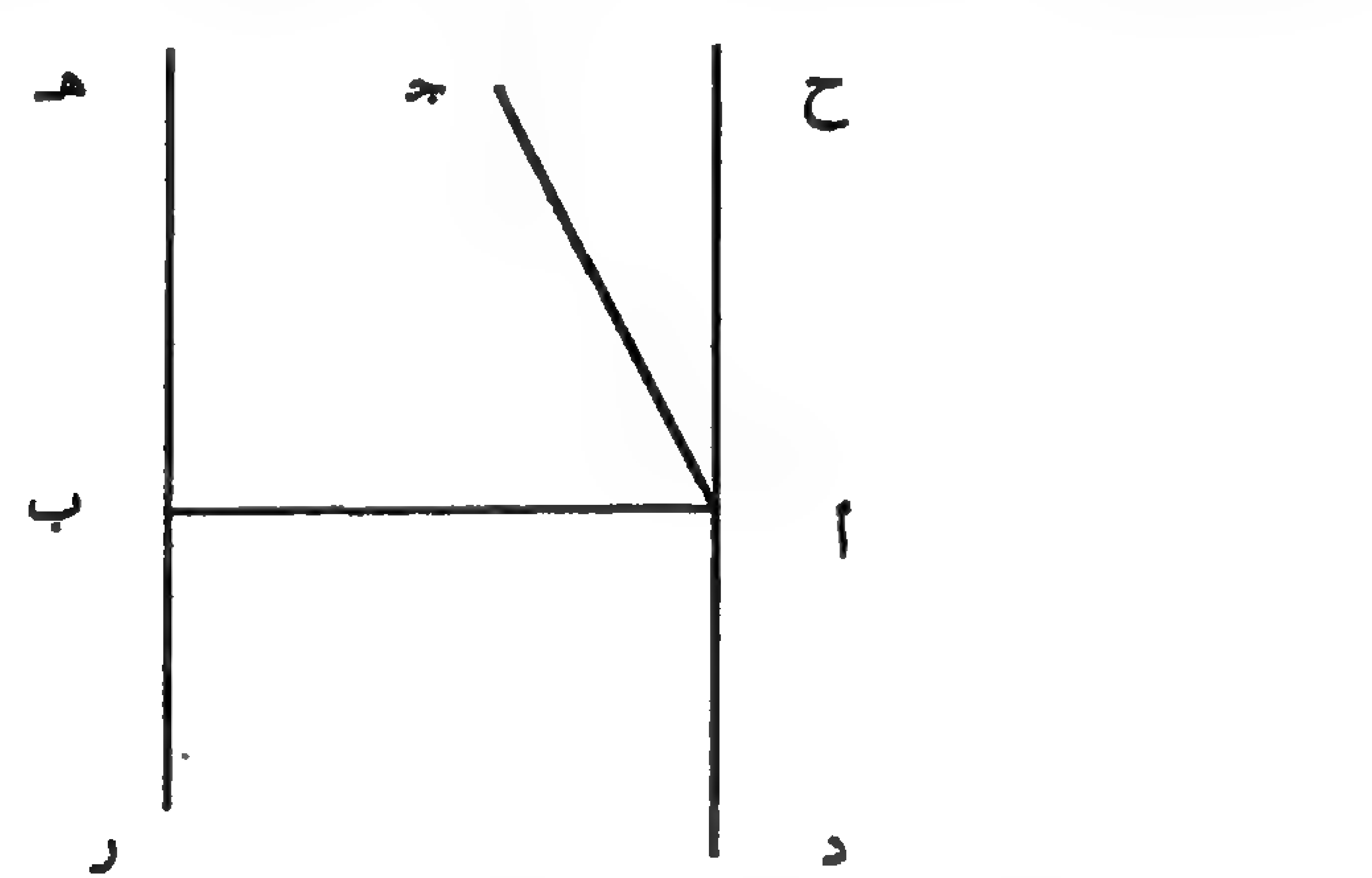


وإذا كان كل واحد من هـ ط، ب ر مساويًا لكل واحد من ط ح، ى ح، يكون هـ ر ضعف ط ى. وقدمنا أن ط ى مثل ب جـ، فيكون هـ ر ضعف ب جـ.

(١) الأصل : خط .
(٢) الأصل : اذًا .
(٣) الأصل : قائمتان .

وكذلك نبين أن الخط الواصل بين طرفى ضعف أ هـ ، أر[1] ضعف هـ ر. وعلى هذا بالغًا ما بلغ؛ فكلما ازداد مقدار أ هـ و أ ر وتضاعف بغير نهاية، فازداد البعد بينهما بأمثال ب جـ بغير نهاية، وانتهى البعد إذن[2] بين الخطين الخارجين من نقطة أ إلى أى مقدار فرض ويتجاوز عنه. وذلك ما أردنا أن نبين .

وإذ قد فرغنا من إثبات المقدمات، فنقول: إذا وقع خط أ ب على خطى جـ د، هـ ر وصير فى إحدى الجهتين الزاويتين الداخلتين //، وهما جـ أ ب، هـ ب أ أصغر من قائمتين، فإن الخطين إذا أخرجا فى تلك الجهة وهى جهة جـ هـ التقيا، وذلك لأن زاويتى هـ ب أ، ر ب أ مثل قائمتين، تكون الزاويتان المذكورتان أصغر منهما. وتبقى زاوية جـ أ ب بعد إسقاط زاوية هـ ب أ المشتركة أصغر من زاوية ر ب أ .



وإذا علمنا على نقطة أ من خط أ ب زاوية مثل زاوية أ ب ر وهى زاوية ح أ ب، ووقع خط جـ أ فيما بين خطى أ ح ، ب هـ، وتكون زاويتا ح أ ب، هـ ب أ مثل قائمتين، فيكون بعد هـ ب عن أ ح ثابتًا على حالة واحدة يبعد عن مبدأيهما لايزيد البعد ولا ينقص قط. وأما بعد أجـ عن أ ح؛ فإنه يزداد بغير نهاية، فيجب أن يزداد قرب أ جـ إلى هـ ب، فبعد البعد الثابت الذى هو بين أ ح، هـ ب لامحالة، فيلقى[3] خط أ جـ خط هـ ب لامحالة. وذلك ما أردنا أن نبين .

(١) الأصل : أ هـ ، أ ر ، هـ ر .

(٢) الأصل : اذًا .

(٣) الأصل : فنلقى .

تمت الرسالة لحسام الدين السالار

رحمه الله[1] .

---

(1) قد وقع الفراغ من نسخ هذه الرسالة فى يوم الخميس ٢٣ ذى الحجة سنة ١٣٤٢هـ الموافق ٢٦يونيو سنة ١٩٢٤م ، نقلاً عن مجموعة خطية بنمرة ١٥ فلسفة مستحضرة من دار كتب صاحب العزه نور الدين بك مصطفى. ونسخ ذلك بقلم الراجى عفو مولاه محمود صدقى النساخ بدار الكتب المصرية عمرها الله وخلد ذكرها .

ثبت المصادر والمراجع

أولاً : المصادر والمراجع العربية :

١- ابن أبي أصيبعة (أبو العباس موفق الدين) : عيون الأنباء فى طبقات الأطباء، تحقيق : د.نزار رضا ، مكتبة الحياة ، بيروت ، بدون تاريخ .

٢- ابن أسد المحاسبى (الحارث) : العقل وفهم القرآن، تحقيق وتقديم: د.حسين القوتلى ، دار الكندى-دار الفكر ، الطبعة الثالثة، بيروت ، ١٩٨٣م .

٣- ابن تغرى بردى : النجوم الزاهرة فى ملوك مصر والقاهرة، المؤسسة المصرية العامة للتأليف والترجمة والطباعة والنشر ، القاهرة ، بدون تاريخ . (الجزء التاسع).

٤- ابن جلجل (أبو داود سليمان) : طبقات الأطباء والحكماء، تحقيق: فؤاد سيد، مؤسسة الرسالة، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٥م .

٥- ابن حجر العسقلانى (أحمد بن على) : الدرر الكامنة فى أعيان المائة الثامنة ، مطبعة مجلس دائرة المعارف العثمانية ، الطبعة الأولى ، حيدر آباد الدكن ، ١٣٤٩هـ . (الجزء الرابع).

٦- ابن خلدون (عبد الرحمن) : المقدمة ، دار القلم ، الطبعة الخامسة ، بيروت، ١٩٨٤م .

٧- ابن خلكان (محمد بن أحمد) : وفيات الأعيان وأنباء أبناء الزمان ، تحقيق: محمد محيى الدين عبد الحميد ، مكتبة النهضة المصرية ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، ١٩٤٨م . (الجزء الرابع) .

٨- ابن رافع السلامى : تاريخ علماء بغداد ، تحقيق : عباس العزاوى ، مطبعة الأهالى ، بغداد ، ١٩٣٨م .

٩- ابن سينا (الشيخ الرئيس أبو على) : الشفاء (الفن الأول) ، أصول الهندسة، تحقيق: د.عبد الحميد صبره ، عبد الحميد لطفى مظهر، مراجعة وتصدير: د.بيومى مدكور ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٦م .

١٠- ابن العبرى (غريغوريوس أبى الفرج بن أهرون) : تاريخ مختصر الدول ، تحقيق : الأب أنطوان صالحان اليسوعى، دار الرائد اللبنانى ، بيروت، ١٩٨٣م .

١١- ابن منظور (أبو الفضل جمال الدين) : لسان العرب ، دار صادر ، بيروت ، بدون تاريخ . (الجزء الحادى عشر) .

١٢- ابن النديم (أبو الفرج محمد بن إسحق) : الفهرست ، تحقيق: رضا تجدد ، طهران ، ١٩٧١ م .

١٣- ابن الهيثم (الحسن بن الحسن) : حل شكوك إقليدس وشرح معانيه ، مخطوط معهد المخطوطات العربية بالقاهرة ، برقم ٧٤ رياضيات .

١٤- ,, ,, ,, ,, : شرح مصادرات إقليدس فى الأصول ، تحقيق : د.خليل جاويش ، (ضمن كتاب المتوازيات فى الهندسة الإسلامية) ، المؤسسة الوطنية للترجمة والتحقيق والدراسات ، تونس ، ١٩٨٨م .

١٥- أحمد الربعى (دكتور) : محاولة تفسير اجتماعى لنشأة العلم العربى الإسلامى وتطوره ، (مقال ضمن كتاب الفلسفة العربية المعاصرة) ، مركز دراسات

الوحـدة العربيـة، الطبعـة الأولى ، بـيروت ، ١٩٨٨م .

١٦- أحمد سعيد الدمرداش : الحسن بن الهيثم ، دار الكتاب العربى ، مصـر، ١٩٦٩م .

١٧- أحمـد سـليم سـعيدان (دكتور) : مقدمة لتاريخ الفكر العلمى فى الإسلام ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ١٩٨٨م .

١٨- ,, ,, ,, : هندسة إقليدس فى أيدٍ عربية، دار البشير ، الطبعة الأولى ، عمان ، ١٩٩١م .

١٩- أحمـد فـؤاد باشـا (دكتور) : دراسات إسلامية فى الفكر العلمى ، دار الهداية ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، ١٩٩٧م .

٢٠- ,, ,, ,, : الإسلام والعولمة ، دار الجمهورية للصحافة ، القاهرة ، ٢٠٠٠م .

٢١- ,, ,, ,, : التراث العلمى العربى : شئ من الماضى أم زاد للآتى ، (بحث ضمن ندوة التراث العلمى العربى: مناهج تحقيقه وإشكالات نشره ، فى الفترة من ٦ ، ٧ /١٢/ ١٩٩٩م)، معهد المخطوطات العربية، القاهرة ، ٢٠٠٠م .

٢٢- أرسطو طاليس : التحليلات الثانية ، ترجمة : أبو بشر متى بن يونس ، تحقيق : د.عبد الرحمن بدوى ، (ضمن كتاب منطق أرسطو) ، دار الكتب المصرية ، القاهرة ، ١٩٤٩م . (الجزء الثانى) .

٢٣- ألدومييلى : العلم عند العرب وأثره فى تطور العلم العالمى ،

ترجمة : د.عبد الحليم النجار ، د.محمد يوسف موسى ، مراجعة: د.حسين فوزى ، دار القلم، الطبعة الأولى ، القاهرة ، ١٩٦٢م .

٢٤- أميرة حلمى مطر (دكتور) : الفلسفة عند اليونان ، دار ومطابع الشعب ، القاهرة ، ١٩٦٥م .

٢٥- أندريه لالاند : العقل والمعايير ، ترجمة: د.نظمى لوقا ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٧٩م .

٢٦- ,, ,, : الموسوعة الفلسفية ، ترجمة: خليل أحمد خليل، منشورات عويدات ، الطبعة الأولى ، بيروت-باريس ، ١٩٩٦م . (الجزء الأول) .

٢٧- إبراهيم بدران (دكتور) : حول مفاهيم العلم فى العقلية العربية ، (مقال ضمن كتاب الفلسفة العربية المعاصرة) ، مركز دراسات الوحدة العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت، ١٩٨٨م .

٢٨- إبراهيم المسلم : إطلالة على علوم الأوائل ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٩٠م .

٢٩-إقليدس : أصول الهندسة ، تحرير: نصير الدين الطوسى ، مخطوط دار الكتب المصرية برقم ١٠٧ رياضة -طلعت ، (ميكروفيلم رقم ٥١٢٣٩) .

٣٠- إميل بوترو : فلسفة كانط ، ترجمة: د.عثمان أمين ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة، ١٩٧٢م .

٣١- البغدادى (إسماعيل بن محمد أمين) : هدية العارفين (أسماء المؤلفين وآثار المصنفين) ، مكتبة الإسلامية والجعفرى تبريزى ، الطبعة

الثالثة ، طهران ، ١٩٦٧م ، (الجزء الثانى) .

٣٢- بول موى : المنطق وفلسفة العلوم ، ترجمة : د.فؤاد زكريا ، دار نهضة مصر ، القاهرة ، ١٩٧٣م .

٣٣- بوريس أ.روزنفيلد، أدولف ب.يوشكفيتش : الهندسة ، (مقال ضمن موسوعة تاريخ العلوم العربية ، بإشراف : د.رشدى راشد) ، مركز دراسات الوحدة العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٩٧م ، (الجزء الثانى) .

٣٤- توفيق الطويل (دكتور) : فى تراثنا العربى الإسلامى ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ١٩٨٥م.

٣٥- ثابت بن قرة : رسالةفى برهان المصارة المشهورة من إقليدس، تحقيق: د.خليل جاويش ، (ضمن كتاب نظرية المتوازيات فى الهندسة الإسلامية) ، المؤسسة الوطنية للترجمة والتحقيق والدراسات ، تونس، ١٩٨٨م .

٣٦- ج.ج. كراوثر : قصة العلم ، ترجمة وتقديم ودراسة : د.يمنى طريف الخولى ، د.بدوى عبد الفتاح ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٩٩م .

٣٧- الجرجانى (السيد الشريف) : التعريفات ، تحقيق: إبراهيم الإبيارى ، دار الكتاب العربى ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٨٥م .

٣٨- جرجى زيدان : تاريخ آداب اللغة العربية ، مطبعة الهلال، مصر، ١٩٣١م ، (الجزء الثالث) .

٣٩- جعفر آل ياسين (دكتور) : المدخل إلى الفكر الفلسفى عند العرب ، دار الأندلس ، الطبعة الثالثة ، بيروت ، ١٩٨٣م .

٤٠-جلال الدين السيوطى : بغية الوعاة فى طبقات اللغويين والنحاة ، مطبعة السعادة ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، ١٣٢٦هـ .

٤١- جميل صليبا (دكتور) : المعجم الفلسفى ، دار الكتاب اللبنانى -دار الكتاب المصرى ، بيروت- القاهرة ، بدون تاريخ ، (الجزء الأول) .

٤٢- جورج سارتون : الثقافة الغربية فى رعاية الشرق الأوسط ، ترجمة : د.عمر فروخ ، منشورات مكتبة المعارف ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٥٢م .

٤٣- ,, ,, : العلم القديم والمدنية الحديثة ، ترجمة ، د.عبد الحميد صبره ، مكتبة النهضة الحديثة ، القاهرة، ١٩٦٠م .

٤٤- ,, ,, : تاريخ العلم ، بإشراف : د.بيومى مدكور، ترجمة لفيف من العلماء ، دار المعارف ، القاهرة ١٩٧٠م ، (الجزء الرابع) .

٤٥- جورج صليبا (دكتور) : الفكر العلمى العربى ، مركز الدراسات المسيحية الإسلامية ، جامعة البلمند ، بيروت ، ١٩٩٨م .

٤٦- جورج طرابيشى : مذبحة التراث فى الثقافة العربية المعاصرة ، دار الساقى ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٩٣م .

٤٧- جون كوتنغهام : العقلانية ، ترجمة : محمود منقذ الهاشمى ، مركز

الانماء الحضارى ، الطبعة الأولى ، سوريا، ١٩٩٧م .

٤٨- جيل كاستون غرانجه : العقل ، ترجمة: هنرى زغيب ، المنشورات العربية ، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٩م .

٤٩- حاجى خليفة (مصطفى عبد الله) : كشف الظنون عن أسامى الكتب والفنون ، مكتبة المثنى ، بغداد ، بدون تاريخ .

٥٠- حامد خليل (دكتور) : الحوار والصدام فى الثقافة العربية المعاصرة ، دار المدى ، الطبعة الأولى ، سوريا ، ٢٠٠١م.

٥١- حسام الدين السالار : مقدمات لتبيين المصادرة التى ذكرها إقليدس فى صدر المقالة الأولى فيما يتعلق بالخطوط المتوازية ، مخطوط دار الكتب المصرية برقم ٧٠١ رياضة ، (ميكروفيلم رقم ٤٥١٦٦) .

٥٢- حسين على محفوظ (دكتور) : نفائس المخطوطات العربية فى إيران (مقال ضمن مجلة معهد المخطوطات العربية ، المجلد الثالث) ، القاهرة ، ١٩٥٧م .

٥٣- حكمت نجيب عبد الرحمن : دراسات فى تاريخ العلوم عند العرب، منشورات جامعة الموصل ، دمشق ، بدون تاريخ .

٥٤- حيدر بامات : إسهام المسلمين فى الحضارة الإسلامية ، ترجمة د.ماهر عبد القادر ، (ضمن كتاب التراث والحضارة الإسلامية) ، دار النهضة العربية ، بيروت، بدون تاريخ .

٥٥- خليل أحمد خليل : النقد وعقل النقد : (مقال ضمن مجلة الفكر

العربى ، العـدد ٧٣) ، معهـد الانماء العربـى ، بيروت ، ١٩٩٣م .

٥٦- خليل جاويش (دكتور) : نظريـة المتوازيـات فـى الهندسـة الإسـلامية ، (تحقيـق وتقديـم) ، المؤسسـة الوطنيـة للترجمـة والتحقيق والدراسات ، تونس ، ١٩٨٨م .

٥٧- خير الدين الزركلى : الأعلام ، الطعبة الثانية ، (الجزء السابع) .

٥٨- دافيد سانتلانا : المذاهب اليونانية الفلسفية فى العالم الإسلامى ، تحقيق: د.جلال شـرف، دار النهضـة العربيـة ، بيروت ، ١٩٨١م .

٥٩- ديفيد . أ. كنج : فهرس المخطوطـات العلميـة المحفوظـة بـدار الكتب المصرية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٨١م .

٦٠- دى لاسى أوليرى : الفكـر العربـى ومكانـه فـى التـاريخ ، ترجمـة: د.تمـام حسـان، مراجعـة د.محمـد مصطفـى حلمـى، المؤسسـة المصريـة العامـة للتـأليف والترجمة والطباعة والنشر ، القاهرة ، ١٩٦١م.

٦١- ,, ,, ,, : علوم اليونان وسبل انتقالها إلى العرب ، ترجمـة: د.وهيب كامل ، زكى علـى ، مكتبـة النهضـة المصرية ، القاهرة ، ١٩٦٢م .

٦٢- الراغـب الأصفهـانى (الحسين بن المفضل) : مفردات ألفاظ القرآن ، تحقيق : صفوان عدنان داوودى ، دار القلم - الدار الشـامية ، الطبعـة الثانية ، دمشق -بيروت ، ١٩٩٧م .

٦٣- رشدى راشد (دكتور) : موسوعة تاريخ العلوم العربية ، مركز دراسـات

الوحدة العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٩٧م ، (الجزء الأول) .

٦٤-رضا زادة شفيق (دكتور) : تاريخ الأدب الفارسى ، ترجمة: محمد موسى هنداوى ، دار الفكر العربى ، ١٩٤٧م .

٦٥- رنيه تاتون : تاريخ العلوم العام (العلم القديم والوسيط من البدايات حتى سنة ١٤٥٠م) ، ترجمة: د.على مقلد ، المؤسسة الجامعية للدراسات والنشر والتوزيع ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٨٨م، (الجزء الأول) .

٦٦- رودلف كارناب : الأسس الفلسفية للفيزياء ، ترجمة: د.السيد نفادى ، دار الثقافة الجديدة ، القاهرة، ١٩٩٠م.

٦٧- زكريا إبراهيم (دكتور) : كانت أو الفلسفة النقدية ، مكتبة مصر، الطبعة الثانية ، القاهرة ، ١٩٧٢م .

٦٨- زكى نجيب محمود (دكتور) : المنطق الوضعى ، مكتبة الأنجلو المصرية ، الطبعة الخامسة ، القاهرة ، ١٩٨٠م ، (الجزء الثانى).

٦٩- زيغريد هونكة : شمس العرب تسطع على الغرب ، ترجمة : فاروق بيضون ، وكمال دسوقى ، مراجعة : فاروق عيسى الخورى ، دار الآفاق الجديدة، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٦م .

٧٠- سالم يفوت (دكتور) : العقلانية المعاصرة بين النقد والحقيقة ، دار الطليعة ، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٩م .

٧١- ,, ,, ,, : نحن والعلم (دراسات فى تاريخ علم الفلك

بالغرب الإسلامى) ، دار الطليعة ، الطبعة الأولى، بيروت ، ١٩٩٥م .

٧٢- سالم يفوت (دكتور) : فلسفة العلوم بالمغرب، (مقال ضمن مجلة الجمعية الفلسفية المصرية- العدد التاسع) ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ٢٠٠٠م .

٧٣- سعدون حمادى : العقل والنهضة فى الفكر العربى المعاصر، مركز دراسات الوحدة العربية، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٩٩م .

٧٤- سيد عبد الله أنوار : فهرست نسخ خطى كتابخانه ملى ، إذ انتشارات كتابخانه ملى ، طهران ، ١٣٥٧هـ .

٧٥- شاخت وبوزورث : تراث الإسلام ، ترجمة: د.حسين مؤنس، إحسان صدقى العمد ، مراجعة: د.فؤاد زكريا، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، الكويت، ١٩٧٨م ، (القسم الثالث) .

٧٦- شوقى جلال : على طريق توماس كون (كراسات مستقبلية)، المكتبة الأكاديمية ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، ١٩٩٧م .

٧٧- صاعد بن أحمد الأندلسى (القاضى) : طبقات الأمم ، المطبعة الكاثوليكية، نشرة الأب لوينس شيخو اليسوعى ، بيروت ، ١٩١٢م.

٧٨- صلاح قنصوة (دكتور) : فلسفة العلم ، دار التنوير ، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٣م .

٧٩- عباس العزاوى : تاريخ علم الفلك فى العراق ، المجمع العلمى

العراقى ، بغداد ، ١٩٥٨م .

٨٠- عباس قمى : فوائد الرضوية فى أحوال المذاهب الجعفرية .

٨١- عباس محمد حسن سليمان (دكتور) : نصير الدين الطوسى وأثره فى تقدم علم الفلك الإسلامى ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩٩م .

٨٢- عبد الله الدفاع (دكتور) : إسهام علماء المسلمين فى الرياضيات، ترجمة: د.جلال شوقى ، دار الشروق ، الطبعة الأولى، بيروت ، ١٩٨١م .

٨٣- ,, ,, ,, : إسهام علماء العرب والمسلمين فى الكيمياء ، مؤسسة الرسالة ، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٥م .

٨٤- ,, ,, ,, : العلوم البحتة فى الحضارة العربية والإسلامية ، مؤسسة الرسالة ، الطبعة الرابعة ، بيروت ، ١٩٨٧م .

٨٥- عبد الله نعمة (الشيخ) : فلاسفة الشيعة (حياتهم وآراؤهم) ، دار مكتبة الحياة ، بيروت ، بدون تاريخ .

٨٦- عبد الحليم منتصر (دكتور) : تاريخ العلم ودور العلماء العرب فى تقدمه ، دار المعارف ، الطبعة الثالثة، القاهرة ، ١٩٦٩م.

٨٧- عبد الحميد صبره (دكتور) : برهان نصير الدين الطوسى على مصادرة إقليدس الخامسة ، (مقال ضمن مجلة كلية الآداب، جامعة الإسكندرية ، المجلد الثالث عشر) ، مطبعة جامعة الإسكندرية ، ١٩٥٩م.

٨٨- عبد القادر بشته : الإبستمولوجيا ، دار الطليعة ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٩٥م .

٨٩- على أحمد الشحات : أبو الريحان البيرونى (حياته ، مؤلفاته، أبحاثه العلمية) ، تقديم : د.عبد الحليم منتصر ، دار المعارف ، القاهرة ، ١٩٦٨م .

٩٠- على حرب : النص والحقيقة (الممنوع والممتنع -جـ٣)، المركز الثقافى العربى ، الطبعة الأولى ، بيروت- الدار البيضاء ، ١٩٩٥م .

٩١- ,, ,, : الماهية والعلاقة ، المركز الثقافى العربى ، الطبعة الأولى ، الدار البيضاء -بيروت ، ١٩٩٨م .

٩٢- على سامى النشار (دكتور) : نشأة الفكر الفلسفى فى الإسلام ، دار المعارف، الطبعة الثامنة ، القاهرة ، ١٩٨٠م، (الجزء الثالث) .

٩٣- على مصطفى بن الأشهر (دكتور) : نظرية المتوازيات فى الهندسة العربية والإسلامية، (مقال ضمن المجلة العربية للعلوم، العدد ٣٦)، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم ، تونس ، ٢٠٠٠م .

٩٤- عمر الخيام النيسابورى : رسالة فى شرح ما أشكل من مصادرات كتاب إقليدس ، تحقيق د.عبد الحميد صبره، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٦١م .

٩٥- عمر رضا كحالة : معجم المؤلفين، دار احياء التراث العربى، بيروت ، ١٩٥٧م ، (الجزء الحادى عشر) .

٩٦- عمر فروخ (دكتور) : عبقرية العرب فى العلم والفلسفة، المكتبة

العلمية ، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٥٢م .

٩٧- عيسى عبد الله (دكتور) : الفكر الرياضى الإسلامى ، مراجعة : د.ياسين عريبى ، ود.جمال الدباغ ، منشورات جامعة الجبل الغربى ، الطبعة الأولى ، ليبيا ، ١٩٩٨م.

٩٨- ف . بارتولد : تاريخ الحضارة الإسلامية ، ترجمة: حمزة طاهر، دار المعارف ، الطبعة الخامسة ، القاهرة ، بدون تاريخ .

٩٩- فرانتز روزنتال : مناهج العلماء المسلمين فى البحث العلمى ، ترجمة : د.أنيس فريحه ، مراجعة : د.وليد عرفات، دار الثقافة ، الطبعة الرابعة ، بيروت ، ١٩٨٣م .

١٠٠- فؤاد زكريا (دكتور) : التفكير العلمى ، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب ، الكويت ، ١٩٧٨م .

١٠١- فيليب فرانك : فلسفة العلم ، ترجمة: د.على ناصف ، المؤسسة العربية للدراسات والنشر ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٨٣م .

١٠٢- قاضى زاده الرومى : شرح أشكال التأسيس فى الهندسة للسمرقندى، مخطوط دار الكتب المصرية، برقم ٦١ حساب، (ميكروفيلم رقم ٤٥٢٤٧).

١٠٣- قدرى حافظ طوقان : تراث العرب العلمى فى الرياضيات والفلك، دار الشروق ، بيروت ، بدون تاريخ .

١٠٤- ,, ,, ,, : مقام العقل عند العرب ، دار المعارف ، مصر، ١٩٦٠م .

١٠٥- القفطى (أبو الحسن علي بن يوسف) : أخبار العلماء بأخبار الحكماء، مكتبة المتنبى، القاهرة ، بدون تاريخ .

١٠٦- كارل بروكلمان : تاريخ الأدب العربى ، ترجمة: يعقوب بكر، د.رمضان عبد التواب ، دار المعارف ، الطبعة الثانية ، القاهرة ، بدون تاريخ، (الجزء الرابع) . ونسخة أخرى بترجمة: د.محمود فهمى حجازى، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٩٥م، (القسم الخامس) .

١٠٧- لانسلوت هوجين : الرياضة للمليُون ، ترجمة لفيف من الأساتذة ، مراجعة: د.محمد مرسى أحمد ، ود.عبد المنعم ناصر الشافعى ، دار العالم العربى للطباعة ، القاهرة ، ١٩٥٧م ، (الجزء الأول) .

١٠٨- لؤى صافى : العقل والتجديد (مقال ضمن كتاب قضايا التنوير والنهضة فى الفكر العربى المعاصر) ، مركز دراسات الوحدة العربية ، الطبعة الأولى، بيروت ، ١٩٩٩م .

١٠٩- ماكس مايرهوف : من الإسكندرية إلى بغداد ، (مقال ضمن كتاب التراث اليونانى فى الحضارة الإسلامية ، للدكتور عبد الرحمن بدوى) ، وكالة المطبوعات -دار القلم ، الطبعة الرابعة ، الكويت -بيروت، ١٩٨٠م .

١١٠- ماهر عبد القادر (دكتور) : حنين بن إسحق ، دار النهضة العربية ، بيروت، ١٩٨٧م .

١١١- ماهر عبد القادر (دكتور) : مقدمة فى تاريخ الطب ، دار العلوم العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٨٨م .

١١٢- ,, ,, ,, : مدخل لفهم بعض الإسهامات فى فلسفة العلوم فى مصر ، (بحث قُدم إلى الندوة السنوية الثانية للجمعية الفلسفية المصرية عن دور مصر فى الإبداع الفلسفى، فى الفترة من ١٠- ١٢يوليو) ، ١٩٩٠م .

١١٣- ,, ,, ,, : الطب العربى .. رؤية إبستمولوجية ، دار النهضة العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٩٧م .

١١٤- ,, ,, ,, : نظريات المنطق الرياضى ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ٢٠٠٠م .

١١٥- ,, ,, ,, : الحسن بن الهيثم وتأسيس فلسفة العلم ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، بدون تاريخ .

١١٦- محمد أركون : الفكر الإسلامى .. قراءة علمية ، ترجمة: هاشم صالح، مركز الانماء القومى -المركز الثقافى العربى، الطبعة الثانية ، بيروت- الدار البيضاء، ١٩٩٦م .

١١٧- ,, ,, : تاريخية الفكر العربى الإسلامى ، ترجمة: هاشم صالح ، مركز الانماء القومى -المركز الثقافى العربى، الطبعة الثانية ، بيروت -الدار البيضاء، ١٩٩٦م .

١١٨- محمد إقبال : تجديد التفكير الدينى فى الإسلام ، ترجمة:

عباس محمود العقاد ، راجعه: عبد العزيز المراغى بك، د.مهدى علام ، مطبعة لجنة التأليف والترجمة والنشر، القاهرة، ١٩٥٥م .

١١٩- محمد باقر الخوانسارى : روضات الجنات فى أحوال العلماء والسادات، تحقيق: أسد الله إسماعيليان، مكتبة إسماعيليان، قم، بدون تاريخ ، (الجزء الثانى).

١٢٠- محمد البهى (دكتور) : الجانب الإلهى من التفكير الإسلامى، مكتبة وهبة ، الطبعة السادسة ، القاهرة ، ١٩٨٢م .

١٢١- محمد ثابت الفندى (دكتور) : فلسفة الرياضة ، دار النهضة العربية ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٦٩م .

١٢٢- محمد جلوب فرحات : تحليل أرسطو للعلم البرهانى ، منشورات وزارة الثقافة والأعلام ، العراق ، ١٩٨٣م .

١٢٣- محمد عابد الجابرى (دكتور) : مدخل إلى فلسفة العلوم ، مركز دراسات الوحدة العربية ، الطبعة الثالثة ، بيروت، ١٩٩٤م.

١٢٤- محمد عاطف العراقى (دكتور) : الفلسفة الإسلامية والطريق إلى المستقبل ، دار الرشاد ، الطبعة الأولى ، القاهرة ، ١٩٩٨م .

١٢٥- محمد عبد الرحمن مرحبا (دكتور) : المرجع فى تاريخ العلوم عند العرب ، منشورات دار الفيحاء ، ١٩٧٨م .

١٢٦- ,, ,, ,, : الجامع فى تاريخ العلوم عند العرب، منشورات عويدات والبحر المتوسط ، الطبعة الثانية، بيروت- باريس، ١٩٨٨م .

١٢٧- محمد عبد الهادى أبو : العقل عند الغزالى ، (مقال ضمن مجلة العربى-

ريدة (دكتور) — العدد ٢٤٩)، الكويت، ١٩٧٩م .

١٢٨- محمد على أبو ريان (دكتور) : تاريخ الفكر الفلسفى (من طاليس إلى أفلاطون، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية، ١٩٩٤م .

١٢٩- ,, ,, ,, ,, : تاريخ الفكر الفلسفى (أرسطو والمدارس المتأخرة) ، دار المعرفة الجامعية ، الطبعة الثالثة ، الإسكندرية ، بدون تاريخ .

١٣٠- ,, ,, ,, ,, : تاريخ الفكر الفلسفى فى الإسلام ، دار المعرفة الجامعية ، الطبعة الرابعة ، الإسكندرية ، ١٩٨٠م.

١٣١- محمد على التهانوى (العلامة) : كشاف اصطلاحات الفنون والعلوم، تقديم وإشراف ومراجعة: د.رفيق العجم، تحقيق: د.على دحروج ، نقل النص الفارسى إلى العربية: د.عبد الله الخالدى، الترجمة الأجنبية: د.جورج زيناتى ، مكتبة لبنان، الطبعة الأولى، بيروت ، ١٩٩٦م، (الجزء الأول) .

١٣٢- محمد غلاب (دكتور) : المعرفة عند مفكرى المسلمين، راجعه: عباس العقاد ، د.زكى نجيب محمود، الدار المصرية للتأليف والترجمة ، القاهرة ، بدون تاريخ .

١٣٣- محمد محمد على قاسم (دكتور) : نظريات المنطق الرمزى ، دار المعرفة الجامعية ، الإسكندرية ، ١٩٩١ م .

١٣٤- محمد المصباحى : تحولات فى تاريخ الوجود والعقل ، دار الغرب الإسلامى ، الطبعة الأولى ، بيروت، ١٩٩٥م .

١٣٥- محمد واصل الظاهر : نظرية التوازى وأثر العرب فيها ، (مقال ضمن مجلة المجمع العلمى العراقى ، بغداد ، ١٩٥٨م.

١٣٦- محمد وقيدى (دكتور) : ما هى الإبستمولوجيا؟ دار الحداثة ، الطبعة الثانية ، بيروت ، ١٩٨٣م .

١٣٧-محمد يوسف موسى (دكتور) : القرآن والفلسفة ، دار المعارف، الطبعة الثانية، مصر ، ١٩٧١م .

١٣٨- محمود فهمى زيدان (دكتور) : كنط وفلسفته النظرية ، مكتبة التونى ، الإسكندرية ، ١٩٨٣م .

١٣٩- محيى الدين المغربى : نص برهان المصادرة الخامسة من تحرير أصول إقليدس ، تحقيق: د.خليل جاويش ، (ضمن كتاب نظريات المتوازيات فى الهندسة الإسلامية)، المؤسسة الوطنية للترجمة والتحقيق والدراسات، تونس ، ١٩٨٨م .

١٤٠- مراد وهبه (دكتور) : المعجم الفلسفى ، دار الثقافة الجديدة ، الطبعة الثانية ، القاهرة ، ١٩٧٩م .

١٤١- مصطفى العبادى (دكتور) : مكتبة الإسكندرية القديمة ، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٧٧م .

١٤٢- مصطفى موالدى (دكتور) : خصوصية تحقيق التراث العلمى ، (بحث ضمن ندوة التراث العلمى العربى: مناهج تحقيقه وإشكالات نشره ، فى الفترة ٦، ١٩٩٩/١٢/٧م) ، معهد المخطوطات العربية، القاهرة ، ٢٠٠٠م .

١٤٣- مصطفى النشار : نظرية العلم الأرسطية ، دار المعارف ، الطبعة

(دكتور) الأولى ، القاهرة ، ١٩٨٦م .

١٤٤- موريس شربل : الرياضيات في الحضارة الإسلامية ، الطبعة الأولى ، بيروت ، ١٩٨٨م .

١٤٥- ناجى معروف (دكتور) : أصالة الحضارة العربية، دار الثقافة ، الطبعة الثالثة ، بيروت ، ١٩٨٨م .

١٤٦- نجيب بلدى (دكتور) : تمهيد لتاريخ مدرسة الإسكندرية وفلسفتها، دار المعارف ، مصر ، ١٩٦٢م .

١٤٧- نصير الدين الطوسى : الرسالة الشافعية عن الشك فى الخطوط المتوازية ، (ضمن رسائل الطوسى -الجزء الثانى)، دائرة المعارف العثمانية ، الطبعة الأولى، حيدر آباد الدكن ، ١٣٥٩هـ .

١٤٨- نيقولا يوسف : أعلام من الإسكندرية ، منشأة المعارف ، الإسكندرية ، ١٩٦٩م .

١٤٩- هانز ريشنباخ : نشأة الفلسفة العلمية ، ترجمة؛ د.فؤاد زكريا، دار الكتاب العربى ، القاهرة ، ١٩٦٨م .

١٥٠- وليم وودثورب تارن (السير) : الحضارة الهللنستية ، ترجمة: عبد العزيز توفيق جاويد، راجعه: زكى على، مكتبة الأنجلو المصرية ، القاهرة ، ١٩٦٦م .

١٥١- ياقوت الحموى (شهاب الدين أبى عبد الله) : معجم البلدان، دار صادر، بيروت، بدون تاريخ، (الجزء الأول) .

١٥٢- يمنى طريف الخولى (دكتور) : العلم والاغتراب والحرية ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٨٧م .

١٥٣- يمنى طريف الخولى (دكتور) : بحوث فى تاريخ العلوم عند العرب ، دار الثقافة ، القاهرة ، ١٩٨٨م .

١٥٤- ,, ,, ,, : فلسفة كارل بوبر ، الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة ، ١٩٨٩م .

١٥٥- ,, ,, ,, : فلسفة العلوم فى القرن العشرين، المجلس الوطنى للثقافة والفنون والآداب، الكويت ، ٢٠٠٠م .

١٥٦- يوسف إلياس سركيس : معجم المطبوعات العربية والمعربة ، مكتبة الثقافة الدينية ، القاهرة ، بدون تاريخ .

١٥٧- يوسف زيدان (دكتور) : التراث العلمى العربى .. رؤية مستقبلية استشرافية ، (بحث ضمن ندوة التراث العلمى العربى: مناهج تحقيقه وإشكالات نشره ، فى الفترة ٦،٧/١٢/١٩٩٩م)، معهد المخطوطات العربية ، القاهرة ، ٢٠٠٠م .

ثانيًا المراجع الأجنبية :

- Boyer, C, B., : The History of the Calcaulus and its conceptual development , Dover publications , Inc, 1959 .

- Burtt , E.A., : Metaphysical Faundations of Modern physical Science , London, 1964 .

- Cajori, Florien : History of Mathmatics , New York , 1919 .

- Charles Singer : A Short History of Scientific Ideas to 1900, oxford, 1968 .

- Farrington, B., : Greek Science , Penguin books, New York , 1944.

- Heath, T, L., : The Thirteen Books of Euclid's Elements , New

York , Dover Publications, Vol.1, 1956 .

- Meschkowsk, H., : Evolutition of Mathematical Thought, Translated by J.H. Gayl, Halden- Pay, Inc, San Fransisco, 1965 .

- Sarton, G., : Introduction to the History of Science , Baltimare , 1962 .

- Stephen , F, Mason : A History of The Science , New York , 1968.

فهرس الموضوعات

